FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

FEUP

A Tecnologia NFC e os novos modelos de negócio móvel

Orlando Lopes Silva

VERSÃO FINAL

Relatório de Dissertação
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: Prof. Miguel Pimenta Monteiro

Julho de 2009

A tecnologia NFC e os novos modelos de negócio móvel

Orlando Lopes Silva

Relatório de Dissertação
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Prof. Jorge Manuel Gomes Barbosa

Arguente: Prof. Helena Rodrigues

Vogal: Prof. António Miguel Pontes Pimenta Monteiro

31 de Julho de 2009

Resumo

A massificação da tecnologia NFC (*Near Field Communication*) permitirá o desenvolvimento, num futuro próximo, de soluções móveis com impacto significativo nos modelos de negócio tradicionais e no dia-a-dia do público em geral. O principal objectivo desta dissertação é o estudo desta tecnologia e das ferramentas disponíveis para a sua exploração, bem como dos potenciais impactos e utilizações futuras na área de negócio da Documento Crítico.

A Documento Crítico é uma empresa recém-criada que está a desenvolver um projecto inovador denominado Cardmobili. O Cardmobili pretende ser uma solução global, cujo objectivo é tornar mais fácil e conveniente a utilização de cartões de fidelização, tornando-os virtuais e permitindo o seu acesso a partir de qualquer telemóvel e em qualquer lado. Este serviço terá também uma componente *web*, que permitirá a adesão a programas de fidelização de múltiplas empresas, e que pretende ser uma plataforma de comunicação privilegiada entre clientes e empresas, com vantagens para ambas as partes.

Esta solução está ainda a ser desenvolvida, esperando-se o lançamento de várias versões ao longo dos próximos meses. Os requisitos e os casos de uso para as primeiras versões da solução já estão bem definidos, mas há espaço para novas ideias que façam sentido em futuras versões. Foi neste contexto que se identificou a importância de estudar o NFC. Desta forma, entende-se a motivação desta dissertação, que numa fase inicial teve o objectivo de estudar o universo da tecnologia NFC, e em seguida criar casos de uso inovadores que a utilizassem no contexto do Cardmobili. Numa fase posterior foi criado um protótipo funcional que demonstra os conceitos estudados e que implementa alguns dos casos de uso especificados. Este estudo e este protótipo pretendem ser o ponto de partida para possíveis implementações de funcionalidades NFC em futuras versões da solução Cardmobili.

O protótipo desenvolvido envolve várias componentes que dependem de diferentes tecnologias. De entre estas, é relevante destacar a aplicação móvel em Java ME, que permite ao utilizador seleccionar e visualizar todo o conteúdo de um cartão virtual, assim como efectuar algumas operações baseadas em NFC, como por exemplo: trocar pontos com outro utilizador, seleccionar automaticamente um cartão virtual através do contacto do telemóvel com uma etiqueta NFC, iniciar automaticamente a aplicação quando em contacto com uma etiqueta. Também foram desenvolvidas duas aplicações em Java SE que demonstram a forma de comunicação entre um PC e um telemóvel NFC por intermédio de um leitor NFC externo, assim como uma applet Java Card para armazenamento seguro dos cartões virtuais no telemóvel.

Os principais resultados obtidos incluem a identificação das potencialidades de aplicação da tecnologia NFC ao negócio da Documento Crítico e a prototipagem de casos de uso inovadores.

Abstract

The massification of NFC technology (Near Field Communication) will allow the development, in a near future, of mobile solutions with a significant impact on traditional business models and personal lifestyles. The main goal of this dissertation is to study this technology, the tools available for its control, and the potential impact and possible usages in the context of Documento Crítico's business solutions.

Documento Crítico is a start-up company that is developing an innovative service named Cardmobili. Cardmobili aims to be a global solution, simplifying the way we all use our loyalty cards. This will be accomplished by making these cards virtual and allowing access to them from any mobile phone, anywhere. This service will also have a web component which will enable simple adherence to merchants' loyalty programs, and will be a privileged communication platform between clients and merchants, with advantages to both.

Cardmobili is still developing the solutions and several versions are expected to be launched over the coming months. Use cases and requirements for early versions of the solution are already well defined, but there is still space for new ideas that could make sense for future releases. It was in this context that the company identified the relevance of studying the NFC technology. This dissertation's main goals were, in the first phase, to study the NFC technology's universe and to create innovative use cases that use it in the scope of Cardmobili. The next phase involved the creation of a functional prototype that demonstrates the acquired knowledge, as well as the implementation of some of the most relevant use cases. This study and prototype intend to be the starting point for new NFC functionality in future versions of Cardmobili.

The developed prototype includes several applications that rely on different technologies. Among these, it is important to highlight the mobile application – implemented in Java ME – which allows the user to select and view the content of his cards, and provides several NFC-based operations like: the ability to exchange points with another user via NFC; to select automatically a card, by moving the phone near a NFC tag; and to automatically open the application, also by tag proximity. In addition, two Java SE applications were developed, to illustrate the way a PC can communicate with a NFC-enabled phone through an external NFC reader. A Java Card applet was also developed for safely storing the virtual cards in the phone.

The main results of this dissertation include the identification of potential NFC technology--based applications for the Documento Crítico's business model, as well as the prototyping of innovative use cases.

Agradecimentos

Quero expressar aqui os mais sinceros agradecimentos por toda a ajuda que obtive pela Documento Crítico, especialmente a: Nuno Cerqueira, pela orientação e todas as informações fornecidas; à minha actual directora-geral Helena Leite e a todos os elementos da Documento Crítico, pelas ideias e comentários atribuídos; e ao meu colega estagiário António Cerqueira, pela partilha de ideias e conhecimentos.

Quero também agradecer a todos as pessoas da FEUP que tornaram este projecto possível, particularmente: ao actual director do MIEIC Prof. Augusto Sousa, pelo seu empenho na organização dos projectos; ao antigo director do MIEIC Prof. Raul M. Vidal pelo seu empenho em melhorar o nosso curso; e ao Prof. Miguel Pimenta Monteiro pela orientação do projecto.

Um agradecimento muito sentido a todos os meus amigos e família por toda a ajuda e apoio que forneceram, especialmente aos meus pais, Orlando Domingues Silva e Laurinda da Silva Lopes Domingues, aos meus irmãos Rui Miguel Silva e José Eduardo Silva, e à minha namorada Marta Rocha, que me ajudou a superar todas as dificuldades que apareceram ao longo do meu projecto de dissertação.

Orlando Lopes Silva

Conteúdo

1 Introdução **1**
1.1 Contexto/Enquadramento ... 1
1.2 Motivação e Objectivos ... 2
1.3 Estrutura da Dissertação ... 4

2 Estado da Arte **5**
2.1 Introdução ... 5
2.2 Análise de Tecnologias Alternativas ... 5
2.2.1. Banda Magnética ... 6
2.2.2 Código de Barras ... 7
2.2.3 *Smart Cards* ... 9
2.2.4 IrDA ... 10
2.2.5 Bluetooth ... 11
2.2.6 Wi-Fi ... 13
2.2.7 ZigBee ... 15
2.2.8 RFID ... 16
2.2.9 NSDT ... 19
2.3 NFC – *Near Field Communication* ... 20
2.3.1 Introdução ... 21
2.3.2 Normas e Especificações ... 26
2.3.3 Arquitectura ... 28
2.3.4 Segurança ... 30
2.3.4.1 Ameaças ... 30
2.3.4.2 Soluções e Recomendações ... 31
2.3.5 Dispositivos NFC ... 33
2.3.6 Soluções existentes e Ensaios do NFC ... 37
2.3.6.1 Mercado Internacional ... 38
2.3.6.2 Mercado Nacional ... 43
2.3.7 Futuro ... 44
2.4 Conclusão ... 48

3 Especificações e Funcionalidades **52**
3.1 Aplicação Móvel para Gestão de Cartões ... 52
3.2 Campanhas Publicitárias ... 53

3.3 Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos 54
3.4 Aplicação Móvel para Gestão das Compras 55

4 Arquitectura 57
4.1 Componente "Telemóvel NFC" 58
4.1.1 Java ME 59
4.1.2 Java Card 60
4.1.3 MiFare 60
4.1.4 APDU 60
4.1.5 RMS 61
4.1.6 NDEF 61
4.2 Componente "Comerciante NFC" 62
4.2.1 Java SE 62
4.2.2 Comunicação 62

5 Desenvolvimento 63
5.1 Hardware Utilizado 64
5.2 Ferramentas de Desenvolvimento Utilizadas 65
5.3 Estrutura do Protótipo Funcional 66
5.3.1 Applet Cartões Emulador 67
5.3.2 MIDlet Gestão de Cartões 68
5.3.3 Applet Cartões Telemóvel 70
5.3.4 Visualiza Cartão 72
5.3.5 Valida/Actualiza Cartão 73
5.4 Testes 74

6 Resultados 75
6.1 Seleccionar Cartão 76
6.2 Visualizar Cartão 77
6.3 Trocar Pontos 78
6.4 Validar Cartão – Comerciante 80
6.5 Actualizar pontos Cartão – Comerciante 81
6.6 Visualizar Cartão – Comerciante 82
6.7 Instalar inicialização automática associada a uma Entidade – *Tag* 83
6.8 Visualizar Cartão – *Tag* 84
6.9 Inicializar automaticamente Aplicação – *Tag* 85

7 Conclusões e Trabalho Futuro 86
7.1 Satisfação dos Objectivos 87
7.2 Trabalho Futuro 87

Referências 89

Glossário 97

Anexo A Descrição Detalhada dos Casos de Uso 101

Anexo B Manual de Instalação e Utilização 113

Lista de Figuras

1.1 Quantidade de dispositivos móveis existentes em 2006. Gráfico adaptado de [Eri08]. 2

2.1 Cartão com Banda Magnética 6
2.2 Exemplo de um Código de Barras 1D. 7
2.3 Exemplo de um Código de Barras 2D. 8
2.4 Exemplo de um *Smart Card*. 9
2.5 Exemplos de dispositivos electrónicos que utilizam a tecnologia IrDA. 11
2.6 Vários tipos diferentes de dispositivos Bluetooth. 11
2.7 Exemplo de dispositivos ligados numa rede Wi-Fi. 13
2.8 Exemplos de dispositivos onde se aplica a tecnologia ZigBee [ARZ08]. 16
2.9 A vida torna-se mais fácil com o uso dos serviços móveis NFC. Diagrama adaptado de [EFS08]. 22
2.10 Figura do N-Mark [ClaM09]. 23
2.11 Codificação *Manchester* [Pau07]. 24
2.12 Codificação *Modified Miller* [Pau07]. 24
2.13 Troca de mensagens entre dois dispositivos NFC. 24
2.14 Modos de comunicação do NFC. Diagrama adaptado de [NFN06]. 25
2.15 Arquitectura de um Dispositivo NFC [PCV08] [Saa08]. 28
2.16 Serviços OTA no ecossistema do NFC. Figura adaptada de [PBA06]. 29
2.17 Configuração do ataque Man-in-the-Middle. 31
2.18 Nokia 6131 33
2.19 Nokia 6212 Classic 33
2.20 Nokia 6216 Classic 33
2.21 Nokia 3220 34
2.22 Sagem my700X 34
2.23 Samsung SGH-X700n 34
2.24 WDI SDiD 1020 34
2.25 Benq T80 35
2.26 Motorola L7 (SLVR) 35
2.27 Samsung D500E 35
2.28 With me 35
2.29 Chip Microread 36
2.30 ACR122 NFC 36
2.31 NFC Encoder 36
2.32 Macally eNetMouse 36
2.33 Trikker CT50 36
2.34 Projectos NFC desenvolvidos por todo o mundo. Figura adaptada de [Sio09]. 37
2.35 Previsões de mercado do número de dispositivos para os próximos anos. Gráfico adaptado de [MMT09]. 46

2.36 Oportunidade para o NFC nas transacções. Gráfico adaptado de [INP08]. 47

3.1 Diagrama de casos de uso para a Categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões". 53
3.2 Diagrama de casos de uso para a Categoria "Campanhas Publicitárias". 54
3.3 Diagrama de casos de uso para a Categoria "Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos". 55
3.4 Diagrama de casos de uso para a Categoria "Aplicação Móvel para Gestão das Compras". 56

4.1 Representação Modular da Arquitectura. 58
4.2 Estrutura de um Comando APDU. 61
4.3 Estrutura de uma Resposta APDU. 61

5.1 Diagrama de Classes do projecto "Applet Cartões Emulador" 68
5.2 Diagrama de Classes do projecto "MIDlet Gestão de Cartões" 70
5.3 Diagrama de Classes do projecto "Applet Cartões Telemóvel". 71
5.4 Passos para a criação e instalação de uma *applet*. 72
5.5 Diagrama de Classes do projecto "Visualiza Cartão" 73
5.6 Diagrama de Classes do projecto "Valida/Actualiza Cartão" 74

6.1 Ecrã de Apresentação inicial. 76
6.2 Menu para selecção de um cartão - RS. 77
6.3 Ecrã de visualização de um cartão. 77
6.4 Troca de Pontos - Ecrã inicial nos dois telemóveis. 78
6.5 Troca de Pontos - Emissor selecciona opção para enviar pontos. 78
6.6 Troca de Pontos - Emissor introduz o número de pontos a enviar. 79
6.7 Troca de Pontos - Mensagem para o telemóvel Emissor tocar no Receptor. 79
6.8 Troca de Pontos - Mensagem que indica que a troca foi efectuada com sucesso. 79
6.9 Troca de Pontos - Mensagem com os pontos actuais. 79
6.10 Troca de Pontos - Visualizar cartão com novos pontos. 80
6.11 Aplicação Java que faz a Validação e Actualização dos pontos de um Cartão no Telemóvel. 80
6.12 Validação com Sucesso. 81
6.13 Validação do cartão inválida. 81
6.14 Actualiza pontos de um cartão - parte 1. 82
6.15 Actualiza pontos de um cartão - parte 2. 82
6.16 Actualiza pontos de um cartão - parte 3. 82
6.17 Visualiza os dados do cartão Galp armazenado no SE. 83
6.18 Opção que permite gravar a aplicação para uma *tag*. 83
6.19 Mensagem visualizada ao utilizador até este tocar o telemóvel numa *tag*. 84
6.20 A *tag* foi instalada com sucesso. 84
6.21 Lê cartão de uma *tag*. 84
6.22 Ecrã inicial do telemóvel Nokia 6212 Classic. 85
6.23 Lê e inicializa automaticamente a aplicação a partir de uma *tag*. 85

Lista de Tabelas

2.1 Comparação dos diversos tipos de padrões do Wi-Fi. 14
2.2 Classes RFID e típicas aplicações RFID [Che08]. 17
2.3 Configurações da comunicação [HB06]. 23
2.4 Codificação e Modulação a diferentes velocidades de transferência [Pau07]. 24
2.5 Possíveis combinações Activo/Passivo e Iniciador/Alvo [HB06]. 25
2.6 Tipos de Etiquetas especificadas pelo NFC Forum [Rou08]. 27
2.7 Variedade de aplicações em se inserem os projectos NFC desenvolvidos [NFo08]. 37
2.8 Ensaios SmartTouch [Npc09]. 39
2.9 Resumo das características do NFC comparativamente a outras tecnologias utilizadas actualmente em programas de fidelização. 48
2.10 Sumário das características do NFC em relação a outras tecnologias de comunicação sem fios. 49

4.1 Estrutura de um Comando APDU [eny08]. 61

6.1 Cartões virtuais criados no Elemento Seguro. 75

Abreviaturas e Símbolos

AES	*Advanced Encryption Standard*
AP	*Access Points*
APDU	*Application Protocol Data Unit*
API	*Application Programming Interface*
ASK	*Amplitude Shift Keying*
BART	*Bay Area Rapid Transit*
BD	Base de Dados
Bluetooth SIG	*Bluetooth Special Interest Group*
BSS	*Basic Service Set*
CAP	*Converted Applet*
CEO	*Chief Executive Officer*
CPU	*Central Processing Unit*
DEI	Departamento de Engenharia Informática
DoS	*Denial-of-Service*
EEPROM	*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*
ETSI	*European Telecommunications Standards Institute*
EUA	Estados Unidos da América
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
G&D	*Giesecke & Devrient*
GSM	*Global System for Mobile Communications*
GSMA	*GSM Association*
HF	*High Frequency* (Alta Frequência)
IC	*Integrated circuit* (Circuitos Integrados ou chip)
ID	Identificador
IDE	*Integrated Development Environment*
IrDA	*Infrared Data Association*
ISM	*Industrial, Scientifical and Medical*
IVR	*Interactive Voice Response*
Java ME	*Java Micro Edition*

Java SE	*Java 2 Standard Edition*
JCDK	*Java Card Development Kit*
JCOP	*Java Card OpenPlatform*
JCRE	*Java Card Runtime Environment*
JSR	*Java Specification Requests*
JVM	*Java Virtual Machine*
LAN	*Local Area Network*
LF	*Low Frequency* (Baixa Frequência)
LLCP	*Logical Link Control Protocol*
MIEIC	Mestrado Integrado de Informática e Computação
MNO	*Mobile Network Operators*
NAB	*National Australia Bank*
NDEF	*NFC Data Exchange Format*
NFC	*Near Field Communication*
NSDT	*Near Sound Data Transfer*
OTA	*Over The Air*
P2P	*Peer-to-Peer* (Ponto-a-Ponto)
PC	*Personal Computer* (Computador Pessoal)
PDA	*Personal Digital Assistants*
POS	*Point of Sale* ou *Point of Service* (Posto de Venda)
RAM	*Random Access Memory*
RF	*Radio frequency* (Frequência de Rádio)
RFID	*Radio-Frequency IDentification*
RMS	*Record Management System*
RMV	*Rhein-Main Verkehrsverbund*
ROM	*Read Only Memory*
RS	*RecordStore*
RTD	*Record Type Definition*
SD	*Secure Digital*
SDIO	*Secure Digital Input Output*
SDK	*Software Development Kit*
SE	*Secure Element* (Elemento Seguro)
SIM	*Subscriber Identity Module*
SMS	*Short Message Service*
SSID	*Service Set Identifier*
STA	*Station*
SWP	*Single Wire Protocol*

TIM	*Telecom Italia Mobile*
TSM	*Trusted Service Manager*
TV	Televisão
UHF	*Ultra High Frequency* (Frequência Ultra Alta)
UICC	*Universal Integrated Circuit Card*
UML	*Unified Modeling Language*
URI	*Uniform Resource Identifier*
US	*United States dollar*
USIM	*Universal Subscriber Identity Module*
VORTIX	*Visualization of Real-time Transport Interchange*
WLAN	*Wireless Local Area Network*
WMC	*Winter Music Conference*

Capítulo 1

Introdução

Apresenta-se de seguida o enquadramento e a motivação do projecto proposto e desenvolvido pelo Autor no âmbito da disciplina de Dissertação do Mestrado Integrado em Informática e Computação (MIEIC). Fornece-se ainda o contexto para que se entenda a sua finalidade e utilização.

1.1 Contexto/Enquadramento

O desenvolvimento do projecto teve lugar numa instituição externa denominada Documento Crítico – Desenvolvimento de Software S. A., com uma duração total de vinte semanas.

A Documento Crítico – Desenvolvimento de Software S. A. é uma empresa recém criada (*start-up*), que se encontra a desenvolver um projecto denominado Cardmobili, que explora áreas de conhecimento como Interacção e Multimédia, Informação e Tecnologias de Comunicação. Este é um projecto inovador que tem como alvo a plataforma móvel e a internet, sendo o maior esforço da empresa concentrado no desenvolvimento de software.

O serviço Cardmobili está em desenvolvimento e é descrito pela empresa como uma solução que irá tornar as nossas vidas mais simples, ao tornar mais fácil e conveniente guardar todos os nossos cartões de fidelização (e.g. cartão Modelo, BP, Sacoor, etc.) num único dispositivo móvel, como por exemplo o omnipresente telemóvel e utilizá-los nas lojas aderentes. O Cardmobili é uma plataforma *online* de adesão simplificada a programas de fidelização de múltiplas empresas. Esta proporciona ao utilizador individual a virtualização dos seus cartões através do telemóvel, permitindo o acesso a estes através de uma aplicação móvel. A solução Cardmobili irá estar disponível gratuitamente para pessoas individuais – utilizadores – e criará uma rede de parcerias com as empresas que pretendam integrar o seu programa de fidelização nesta plataforma ou criar um programa de fidelização (as que não possuem) assente exclusivamente no Cardmobili.

O Cardmobili pretende ser uma solução global. Uma proposta de virtualização de cartões de fidelização, disponível a consumidores e empresas em todo o mundo.

Na actualidade, pequenas e grandes empresas lançam programas de fidelização que visam, através de campanhas de persuasão personalizadas, construir e manter relações de fidelidade com os seus clientes (consumidores), relações essas que são fundamentais para a sustentação e rentabilidade da empresa a médio e longo prazo.

Cada vez mais existem empresas a ligar-se a este tipo de programas, o que leva os clientes a transportar consigo diariamente um número significativo de cartões e cupões de fidelização, que frequentemente enchem a carteira dos seus proprietários. Esta situação dá origem a uma

oportunidade de facilitar, simplificar e melhorar a comodidade dos clientes. Uma solução possível é a de incorporar todos estes cartões, de uma forma virtual, num único dispositivo. Para além disso, é também vantajoso para as empresas, pois é menos uma razão para os seus clientes não aderirem aos seus programas ou não terem o cartão consigo quando este possa ser útil.

O telemóvel é provavelmente um dos melhores candidatos para suporte tecnológico desta solução pois, tal como se verificou em 2006, era a primeira tecnologia ubíqua em todo o mundo, com 3,3 biliões de dispositivos existentes mundialmente [Eri08] – ver Figura 1.1. Actualmente, de acordo com o *United Nations Report* [Chi09], quase 60% da população mundial possui um telemóvel, enquanto em 2002, eram apenas 15%. As suas estimativas revelam que em 2008 havia uma estimativa de 4,1 biliões de assinaturas móveis: quase quatro vezes mais o número de assinaturas existentes em 2002. Com base nestes valores, então cerca de 6 em cada 10 pessoas possuem consigo um telemóvel, e sendo este um dispositivo pessoal que anda sempre com o seu proprietário, levou a Documento Crítico à sua escolha como o dispositivo tecnológico ideal para incorporar os cartões de fidelização virtuais. Outra grande vantagem do telemóvel é a sua capacidade multimédia, que permite implementar características e ofertas de marketing dirigidas ao consumidor, assim como consultar informações dos cartões através de uma interface gráfica.

Figura 1.1 - Quantidade de dispositivos móveis existentes em 2006. Gráfico adaptado de [Eri08].

Paralelamente a esta massificação de dispositivos móveis, as pessoas já estão habituadas a usar tecnologias que lhes permitam efectuar transacções de uma forma simples.

1.2 Motivação e Objectivos

O *Near Field Communication* ou NFC é uma tecnologia de comunicação *contactless* com um alcance de apenas poucos centímetros e que permite a troca de dados entre dois dispositivos. Num futuro próximo, a massificação da tecnologia NFC permitirá o desenvolvimento, de soluções móveis com significativo impacto nos modelos de negócio tradicionais. Prevê-se que irá alterar a forma como os utilizadores actuam no seu ambiente envolvente, permitindo

interagir de uma forma fácil, intuitiva e segura em diversos cenários de aplicação, melhorando a sua qualidade de vida [Nea09].

Como mencionado acima, esta dissertação é integrada no âmbito de um projecto denominado Cardmobili. Este é um projecto que está nos seus primeiros meses de desenvolvimento para o qual se espera o lançamento de várias versões ao longo dos próximos meses. Os requisitos e os casos de uso para as primeiras versões da solução já estão bem definidos, mas há espaço para novas ideias que façam sentido em futuras versões. É neste contexto que o projecto Cardmobili identifica a importância de estudar este tema específico.

Como o título desta dissertação sugere "A tecnologia NFC e os novos modelos de negócio móvel", o objectivo desta dissertação é, numa fase inicial, estudar a tecnologia NFC e criar casos de uso inovadores que utilizem esta tecnologia dentro do contexto do Cardmobili. Numa fase posterior pretende-se criar um protótipo que demonstre os conceitos estudados e que implemente alguns dos casos de uso especificados. Algumas das funcionalidades desenvolvidas neste protótipo poderão vir a ser adaptadas a futuras versões da solução Cardmobili. Isto é alcançado através da integração do aluno numa equipa multidisciplinar (*marketing* e desenvolvimento de software), durante um período de aproximadamente vinte semanas de duração do projecto.

Os principais objectivos e os resultados esperados incluem:

- Estudo detalhado do estado da arte da tecnologia NFC e suas aplicações, bem como dos dispositivos disponíveis e ferramentas de desenvolvimento;
- Análise dos novos modelos de negócio possibilitados pela tecnologia NFC, em particular no domínio da virtualização de programas de fidelização;
- Identificação e prototipagem de casos de uso aplicados aos produtos de virtualização de cartões de fidelização;
- Como resultados, espera-se a identificação das potencialidades de aplicação da tecnologia NFC ao modelo de negócio da empresa e a prototipagem de casos de uso inovadores.

Estes objectivos principais e os resultados esperados são alcançados pela conclusão de um conjunto de sub-objectivos, que incluem:

- Familiarização com a empresa e o seu modelo de negócio;
- Estudo dos produtos da Empresa;
- Pesquisa de informação sobre a tecnologia NFC;
- Análise do mercado nacional e internacional de dispositivos e soluções existentes;
- Produção de um relatório intercalar interno e apresentação à equipa na empresa, com vista à partilha do conhecimento adquirido e ao seu enriquecimento;
- Estudo do modelo de negócio dos programas de fidelização de clientes a empresas;
- Concepção de modelos de negócio alternativos;
- Identificação de casos de uso típicos com NFC;
- Desenho funcional e técnico dos casos de uso;
- Desenvolvimento de um protótipo;
- Experimentação e análise dos resultados;
- Discussão (no seio da equipa da empresa) dos resultados e potenciais utilizações práticas.

Os principais benefícios que o projecto Cardmobili irá reter desta dissertação são:

- Maior nível de conhecimentos sobre a tecnologia NFC de uma forma geral;

- Maior nível de conhecimentos sobre as tecnologias utilizadas nos cartões de fidelização e as tecnologias de comunicação *contactless* mais populares, especialmente sobre as suas vantagens e limitações;
- Levantamento e análise de vários dispositivos NFC existentes no mercado;
- Exploração detalhada de soluções existentes e ensaios do NFC a nível nacional e internacional;
- Ideias de possíveis casos de uso que incorporam NFC para implementar em futuras versões da solução Cardmobili;
- Maior nível de conhecimentos acerca das perspectivas de evolução do NFC para os próximos anos;
- Maior nível de conhecimentos sobre ferramentas de desenvolvimento a utilizar, assim como problemas comuns e detalhes de implementação;
- Protótipo funcional com diversas funcionalidades NFC desenvolvidas, que poderá ser o ponto de partida para possíveis implementações de funcionalidades NFC na solução Cardmobili. Poderá também vir a ser útil para demonstrar capacidade tecnológica e interesse em relação à tecnologia NFC;
- Manual bem detalhado sobre como instalar e utilizar cada um dos casos de uso do protótipo funcional desenvolvido.

Assim, para assegurar a realização destes objectivos existem algumas metodologias de apoio que devem ser utilizadas. O estudo da informação relacionada com o projecto Cardmobili será feito principalmente através da análise da documentação da empresa (e.g. documentos sobre o modelo de negócios, documentos sobre a visão geral do mercado, documento sobre os concorrentes, documento com os casos de uso, documentos de identidade, etc.).

De forma a garantir uma completa e eficiente documentação sobre o NFC e outras tecnologias semelhantes, serão realizadas pesquisas e estudo de artigos, estudos, apresentações, dissertações, teses, notícias recentes, fóruns, e outros documentos considerados relevantes sobre esta área. Para ganhar conhecimento sobre as ferramentas necessárias ao desenvolvimento dos casos de uso, para além de pesquisar em artigos e outros documentos criados por experientes programadores em NFC, também se retirará grande apoio do SDK (*Software Development Kit*) disponibilizado pela Nokia que inclui um manual de instalação com a indicação das ferramentas necessárias a utilizar [SNN09]. O desenvolvimento do protótipo será efectuado com um forte apoio no fórum da Nokia, isto porque vários programadores experientes em NFC esclarecem dúvidas que poderão eventualmente surgir quando se iniciar o desenvolvimento.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida em capítulos e inicia-se com esta introdução na qual é apresentado o contexto e a proposta deste projecto. O capítulo 2 descreve o estado da arte da tecnologia NFC, onde são também analisadas outras tecnologias alternativas e apresenta uma conclusão que menciona as suas principais características, e porque é tão promissora em relação às outras tecnologias estudadas. O capítulo 3 apresenta as especificações e funcionalidades da solução NFC desenvolvida, fazendo uma breve descrição das funcionalidades implementadas. O capítulo 4 apresenta a arquitectura e ferramentas necessárias ao desenvolvimento da solução que pretende cumprir as especificações do capítulo anterior. O capítulo 5 descreve os detalhes de implementação do protótipo desenvolvido e também os principais casos de uso implementados, bem como as dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento. O capítulo 6 apresenta resultados e análises do protótipo desenvolvido. Por fim, o capítulo 7 apresenta as principais conclusões, bem como propostas de desenvolvimento para melhoramentos futuros.

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Introdução

Pretende-se aqui descrever o estado da arte da tecnologia NFC, focando-se no estudo das características funcionais desta tecnologia e análise de vários tópicos: níveis de segurança, arquitectura, especificações, normas, dispositivos existentes, soluções existentes no mercado nacional e internacional, e previsões do impacto que esta tecnologia irá provocar, num futuro próximo, nos modelos de negócio tradicionais e na vida das pessoas.

Assim, no tópico 2.2 (Análise de Tecnologias Alternativas) serão analisadas outras tecnologias com um âmbito funcional semelhante. Algumas destas estão actualmente presentes em muitos programas de fidelização, enquanto outras são tecnologias de comunicação *contactless* (sem contacto) com características funcionais semelhantes ao NFC.

As tecnologias analisadas incluem: a Banda Magnética, o Código de Barras, o Bluetooth, o Wi-Fi, o ZigBee, o IrDA (*Infrared Data Association*), o RFID (*Radio Frequency IDentification*), os *Smart Cards* e a NSDT (*Near Sound Data Transfer*) a qual será, segundo alguns especialistas da área, uma espécie de ponte tecnológica até que surja a massificação da tecnologia NFC [Rup08].

No tópico 2.3 (NFC – *Near Field Communication*) abordam-se em detalhe todas as características do NFC.

Este capítulo termina com uma conclusão que resume as principais características de todas as tecnologias e fundamenta a aposta da empresa no NFC para as próximas versões dos seus produtos, no âmbito dos programas de fidelização e virtualização de cartões.

2.2 Análise de Tecnologias Alternativas

As tecnologias que na actualidade estão presentes nos cartões de variados programas de fidelização, e as tecnologias de comunicação *contactless* de uma maneira geral podem ser subdivididas nos dois seguintes grupos:

- Tecnologias presentes em cartões e cupões de fidelização;
- Tecnologias de comunicação *contactless*.

De forma a facilitar e simplificar a vida das pessoas, estamos numa era em que já existe um número relevante de interacções efectuadas de uma forma *contactless* (e.g. Bluetooth, RFID, Wi-Fi, etc.), sendo estas muito mais práticas e intuitivas para o utilizador.

Inicialmente serão abordadas tecnologias pertencentes ao primeiro grupo (i.e. Banda Magnética, Código de Barras e *Smart Cards*). Todas estas tecnologias existem em programas de fidelização e têm uma presença bastante elevada por todo o mundo, estando algumas presentes em mercados muito específicos, como é o caso do código de barras. Existem algumas barreiras à introdução deste tipo de tecnologias em telemóveis. Por exemplo, no caso do código de barras, apesar de actualmente já existirem algumas soluções para telemóveis que permitem a sua visualização e leitura, ainda existe dificuldade em conseguir capturar uma imagem suficientemente clara a partir deste dispositivo que permita a sua identificação inequívoca [BBV06]. De qualquer maneira, e visto que estas tecnologias estão presentes em vários programas de fidelização, serão analisadas de forma a descrever as vantagens que o uso de um telemóvel NFC (com cartões virtuais) poderá proporcionar aos seus utilizadores em relação aos métodos tradicionais.

No segundo grupo encontram-se as tecnologias de comunicação sem fios. As mais relevantes para este caso de estudo e que existem na actualidade são: IrDA, Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee, RFID e NSDT. Algumas destas tecnologias já existem actualmente num grande número de telemóveis (e.g. Bluetooth e IrDA). As restantes foram igualmente analisadas (assim como o NFC), pois caso se justifique, poderão vir a ser implementadas como alternativa para a Documento Crítico.

Para este projecto escolheu-se uma tecnologia de comunicação na qual não existe contacto directo entre um dispositivo e um leitor, porque esta é mais intuitiva e rápida que as tecnologias com contacto, simplificando o modo como o utilizador interage com o seu meio envolvente e evitando assim a deterioração tanto do dispositivo como do leitor.

2.2.1. Banda Magnética

A Banda Magnética não é uma tecnologia muito recente, estando disponível desde 1960 [MS09], tendo sido inicialmente utilizada em redes de transportes públicos. Esta tecnologia é familiar à grande parte das pessoas, existindo numa vasta variedade de aplicações (exemplos: cartões de acesso e de transporte, cartões bancários, bilhetes de espectáculos, etc.).

É composta por uma banda preta ou castanha, existente na face traseira de vários cartões utilizados hoje em dia – ver Figura 2.1. Actualmente esta tecnologia é utilizada por todas as entidades financeiras que seguem a norma ISO/IEC 4909, de forma a garantir compatibilidade a nível mundial. Para além das entidades financeiras, as instituições relacionadas com os transportes e os programas de fidelização ao cliente, são também grandes consumidores da banda magnética.

Figura 2.1 - Cartão com Banda Magnética.

Esta é uma tecnologia com contacto e que apresenta algumas desvantagens face a outras tecnologias que têm vindo a surgir (referidas mais adiante). No entanto, a criação de uma norma para a alta coercividade, que consiste na capacidade de um elemento em resistir à reorientação das suas partículas (quanto maior for a coercividade do material, mais estáveis e seguras serão

as memórias com ele produzidas), aliada às técnicas de segurança, veio dar um novo ânimo a esta tecnologia [MS09].

A banda magnética tem como funcionalidade gravar e modificar dados associados a um determinado cartão. Esses dados são armazenados no cartão através da alteração de pequenas partículas de ferro, que se encontram na banda magnética. Estas bandas são lidas através do contacto directo com um leitor, sendo passadas por uma cabeça de leitura.

É possível destacar as seguintes vantagens da Banda Magnética [RV08] [MS09]:

- Os dados podem ser modificados ou reescritos;
- Grande capacidade de dados comparativamente ao código de barras;
- É mais seguro do que a tecnologia código de barras, uma vez que não é humanamente legível;
- Imune à contaminação como sujidade, água, óleo, etc.;
- Sem componentes móveis, é fisicamente robusto;
- Possui normas bem definidas;
- Não necessita de energia interna;
- A "inteligência" reside fora do cartão, em sistemas pré-estabelecidos;
- Baixo custo de produção.

Algumas desvantagens do uso de cartões com banda magnética [RV08] [MS09]:

- Não funciona à distância, necessita de ter contacto com o leitor;
- Requer uma base de dados centralizada;
- Capacidade de armazenamento limitada;
- Como tem a necessidade de estar em contacto com o leitor, está sujeito a sofrer deterioração;
- Se entrar em contacto com campos magnéticos poderá corromper os dados;
- Como não é legível para o ser humano (sem o auxílio de outros dispositivos), poderá ter desvantagens para certas aplicações.

2.2.2 Código de Barras

Os Código de Barras são uma tecnologia que, tal como a banda magnética, é muito usada actualmente, e tem origens há várias décadas atrás. Desde a sua primeira utilização, por volta de 1974 [Ada09], e vindo a ser utilizada em quase todas as áreas, em particular na identificação de produtos.

Os códigos de barras fornecem um método simples e barato de codificação de informação que é facilmente lida por leitores electrónicos baratos. Este também permite que os dados sejam recolhidos rapidamente e com extrema precisão. Uma das formas do código de barras consiste num conjunto de linhas paralelas de diferentes larguras, sendo denominadas Código de Barras 1D. Estes códigos de barras podem apenas codificar números e podem variar em densidade – ver Figura 2.2.

Figura 2.2 - Exemplo de um Código de Barras 1D.

Um leitor de códigos de barras descodifica-o emitindo um feixe luminoso que abranja todas as barras e medindo a intensidade da luz reflectida de volta pelos espaços em branco. O padrão da luz reflectida é detectado com um fotodíodo que produz um sinal electrónico que corresponde exactamente ao padrão do código de barras impresso. Este sinal é então descodificado novamente nos dados originais, através de circuitos electrónicos de baixo custo, sendo assim identificada a informação que o código de barras armazena [BCB09].

Os códigos de barras 1D apresentam as seguintes vantagens [FAB09]:

- Menores custos;
- Não existe um contacto físico entre um dispositivo e um leitor, o que evita um desgaste de ambos;
- Acesso a informação mais rápida e de uma forma mais precisa;
- Melhoria da gestão e nas tomadas de decisão;
- Informação é representada visualmente;
- O processo de implementação de um código de barras é fácil e rápido: basta imprimir e colar uma simples etiqueta no produto a identificar;
- A informação é facilmente armazenada, transferida, processada e validada, sem recurso a um teclado ou outro equipamento para introdução manual de dados.

Como principais desvantagens temos:

- É uma tecnologia apenas de leitura (o código de barras apenas fornece um ID que permite aceder à informação do produto que está armazenado numa Base de Dados do lado do leitor);
- Sujeito a deterioração ou erros de impressão, levando a erros de leitura.

A necessidade de armazenar maiores quantidades de dados num código de barras levou ao aparecimento do código de barras 2D. Esta é uma tecnologia recente que permite armazenar maiores quantidades de informação em pouco espaço, permitindo assim distribuir e detectar informação sem acesso a uma Base de Dados (BD) do lado do leitor – ver Figura 2.3.

Figura 2.3 - Exemplo de um Código de Barras 2D.

Embora as barras 2D sejam bidimensionais (possuem altura e largura), a informação nelas contida está codificada de forma unidimensional. A sua altura é irrelevante e apenas serve para facilitar o processo de detecção. Na actualidade, com a massificação das câmaras digitais, é possível a um telemóvel equipado com uma câmara fotográfica ler um código de barras 2D (e.g. I-nigma [WTI09]) e 1D (e.g. Realeyes3D [RQc08]). Mas é mais difícil para uma aplicação reconhecer o código de barras 1D, visto que, apesar de as câmaras já possuírem alta resolução e lentes com foco automático, continua a ser crítico para a maioria dos telemóveis tirar uma foto suficientemente clara (bem focada, sendo bem perceptíveis todas as linhas do código de barras) para a aplicação a interpretar [BBV06].

O aparecimento do código de barras 2D não irá substituir o código de barras 1D, isto porque ambas as tecnologias podem co-existir simultaneamente. Os códigos de barras 2D serão usados onde os códigos de barras 1D não conseguem suportar a quantidade de dados necessária, mas o código de barras 1D possui vantagem para aplicações de baixa capacidade de memória como os números de série, usados para identificar um determinado produto [2BF09]. Esta vantagem

verifica-se quando se aumenta a altura de um código de barras 1D, porque não irá alterar a sua capacidade mas ampliará a redundância, tornando-o mais resistente à degradação e obliteração, sendo mais fácil proceder à sua leitura.

2.2.3 *Smart Cards*

Os cartões inteligentes (*Smart Cards*) surgiram após um grande investimento feito por uma parceria inicial entre a Bull, Philips e a Schlumberger. Em 1977 [TSC09], as especificações foram completadas pelos bancos franceses, e um ano mais tarde foi lançado o primeiro protótipo de um cartão inteligente. Estes consistem num cartão de plástico, com o tamanho de um cartão de crédito, que possui incorporado um circuito integrado – Ver Figura 2.4. Este circuito integrado pode consistir em apenas uma memória EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*) no caso de um cartão de memória, ou pode também conter ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*) e até mesmo um CPU (*Central Processing Unit*).

Figura 2.4 - Exemplo de um *Smart Card.*

Muitos destes cartões incluem um microprocessador como unidade central de processamento, e uma memória RAM de acesso aleatório, com armazenamento de dados até cerca de 10MB. Pode-se considerar um cartão inteligente como um minicomputador sem o ecrã e o teclado. O microprocessador mais o circuito integrado são capazes de processar e armazenar milhares de *bytes* de dados. Também possuiu um sistema operativo básico que permite armazenar e processar informação, sendo totalmente interactivos.

Uma das características mais apelativas dos cartões inteligentes, quando aliada à capacidade de manipulação dos dados que armazenam, é a capacidade destes cartões poderem ser utilizados num vasto leque de aplicações. Assim, um único cartão inteligente pode funcionar por exemplo como: cartão de crédito, cartão de débito, carta de condução, cartão de acesso, cartão de saúde e cartão de fidelização [OSC09].

Os cartões inteligentes são diferentes dos cartões magnéticos comuns quanto à sua capacidade de processar e armazenar dados. Os cartões inteligentes utilizam aplicações sofisticadas de processamento de dados, fazendo com que sejam mais confiáveis do que o cartão magnético [FD09].

Uma das principais diferenças nos cartões inteligentes, para além de terem ou não um microprocessador, reside nos mecanismos de comunicação, que podem ser com contacto ou *contactless* (sem contacto).

A variante com contacto possui na parte posterior um pequeno chip dourado, com aproximadamente 1,27cm de diâmetro. Quando introduzidos num leitor, o chip entra em contacto com os conectores eléctricos, que podem ler e escrever dados do chip. As normas ISO/IEC 7816 e ISO/IEC 7810 pertencem a esta categoria de cartões inteligentes.

Os cartões *contactless* possuem um chip que comunica com o leitor através da tecnologia RFID (*Radio-Frequency IDentification*), abordada no tópico 2.2.8 (RFID), com taxas de transmissão de 106 a 848kbs [WSC09]. Estes cartões exigem que se aproxime o cartão a uma antena (leitor) para se iniciar a transacção de dados. Geralmente são usados quando é necessário

uma transacção rápida e com as mãos livres, como num sistema de trânsito. A norma ISO para esta tecnologia é a ISO/IEC 14443. Ela define dois tipos de cartões *contactless* (categoria A e B), permitindo uma comunicação a distâncias até 10 cm.

Baseado na norma ISO/IEC 14443 tipo A, o MiFare é uma norma *open-source*, criada pela Philips e regularizado pela NXP Semiconductors (líder da indústria de transacções de cartões inteligentes *contactless*). O MiFare utiliza-se em centenas de diversas aplicações, como portagens rodoviárias, cartões de acesso e cartões telefónicos [AM08].

Desenvolvido pela Sony, o FeliCa é, assim como o MiFare, uma norma para IC (chips) *contactless*. Esta norma foi adoptada em larga escala em muitos países asiáticos, sendo utilizada principalmente nas áreas como os sistemas de bilhética dos transportes e o pagamento electrónico. De facto, FeliCa pode ser visto como o equivalente asiático ao "europeu" MiFare. Foi inicialmente proposta para a ISO 14443 tipo C, mas foi rejeitada. No entanto, como o NFC (*Near Field Communication*) evoluiu dos *Smart Card*, esta tem sido padronizada como a ISO 18092, uma das normas *contactless* adoptadas pelo NFC. O FeliCa utiliza o *Manchester coding* a 212kbits na gama dos 13.56MHz. O MiFare e o FeliCa apesar das semelhanças, não são compatíveis um com o outro [Har07] [WF09].

É possível realçar as seguintes vantagens e benefícios dos cartões inteligentes [SC09]:

- Aumento substancial de conveniência e segurança numa transacção, sendo necessário simplesmente a sua introdução num terminal para efectuar a transacção;
- Armazenamento selado dos dados de identificação;
- Elevados níveis de segurança e privacidade;
- São utilizados numa grande variedade de aplicações;
- Um cartão pode aceder a múltiplas transacções;
- A capacidade de processamento e execução de operações pré-definidas sobre a informação armazenada e a grande capacidade de armazenamento.

Além das vantagens os cartões inteligentes também possuem desvantagens, tais como [SC09]:

- Como esta tecnologia é utilizada numa grande variedade de aplicações por muitas empresas, as pessoas cada vez mais carregam consigo vários cartões de plástico (*Smart Cards* e outros), chegando possivelmente à situação de seleccionar apenas os cartões mais importantes;
- Falta de tecnologia para suporte aos utilizadores;
- É uma área potencial para os hackers e vírus.

2.2.4 IrDA

Em 1993 [Stu00], um grupo de empresas lideradas pela HP, IBM e Sharp fundou uma associação sem fins lucrativos com o objectivo de descrever padrões para garantir a qualidade e a interoperabilidade entre dispositivos que utilizam a tecnologia de luz infravermelha. A sigla IrDA (*Infrared Data Association*) refere-se a padrões que especificam meios para transferir dados via radiação infravermelha. O infravermelho foi durante bastante tempo utilizado como meio de comunicação em: comandos de televisões, calculadoras, impressoras, PDA's, telemóveis, PC's e outros periféricos – Figura 2.5 [McG09]. Este não possui memória interna e como tal não armazena os dados, apenas os transfere de um equipamento para outro, funcionando como uma ponte.

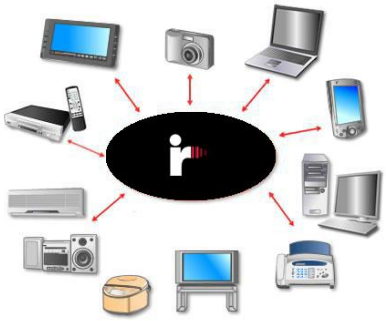


Figura 2.5 - Exemplos de dispositivos electrónicos que utilizam a tecnologia IrDA.

O infravermelho é a parte do espectro electromagnético com frequência entre 300GHz e 400THz. Uma propriedade importante é que os sinais de infravermelho não são capazes de atravessar paredes ou objectos como os sinais de rádio. Assim, o infravermelho permite que sejam formadas apenas redes pessoais (*Personal Area Network*), diminuindo a sua aplicabilidade. Na actualidade, os dois padrões desenvolvidos mais populares são [WIDA08]:

- 1.0 – com taxas de transmissão até 115 kbps;
- 1.1 – com taxas de transmissão até 4 Mbps.

Apesar das limitações do IrDA em relação às outras tecnologias sem fios, é possível destacar as seguintes vantagens [Can06] [Fab09]:

- É capaz de fornecer informação precisa sobre a localização de pessoas e objectos;
- Como todas as ligações sem fios, o infravermelho possui a vantagem de não necessitar de um meio físico para a sua transmissão de dados.

Entretanto, esta tecnologia sendo uma das mais antigas tecnologias sem fios, possui várias desvantagens relativamente aos seus competidores, como [Can06] [Fab09]:

- Baixa velocidade de transmissão (até 115kbps na versão 1.0);
- Necessidade do dispositivo transmissor apontado directamente para o dispositivo receptor, estando separados por uma pequena distância;
- A ligação quando se estabelece é muito temporária e é quebrada muito facilmente;
- Incapacidade para atravessar paredes ou objectos como os sinais de rádio.

2.2.5 Bluetooth

É uma tecnologia sem fios (*wireless*) que permite uma comunicação relativamente simples, rápida, segura e barata entre dois dispositivos através de ondas de rádio em vez dos habituais cabos. Actualmente está incorporada em diversos tipos de dispositivos como: computadores, *smartphones*, telemóveis, auriculares e impressoras – ver Figura 2.6.

Figura 2.6 - Vários tipos diferentes de dispositivos Bluetooth.

O Bluetooth existe desde 1998 [BCS08] e é um padrão global de comunicação sem fios primariamente projectado para um baixo consumo de energia e com curto alcance (depende da potência máxima permitida: 1 metro, 10 metros e 100 metros), que permite a transmissão de dados entre aparelhos compatíveis. Utiliza uma tecnologia de transmissão por salto de frequência, que permite uma comunicação confiável e sem interferências. A transmissão de dados é feita através de radiofrequência de 2.4GHz, permitindo que um dispositivo detecte o outro independente das suas orientações, desde que estejam dentro do limite de proximidade [WBT08].

Actualmente existem várias versões do Bluetooth no mercado, sendo que a versão 1.2 tem uma taxa de transmissão de 1Mbit/s e a versão 2.0 pode atingir a velocidade de 3Mbit/s [BCS08].

Diferente de outras soluções *ad-hoc* onde os dispositivos compartilham o mesmo canal, o Bluetooth foi desenvolvido para que ocorra um número elevado de comunicações descoordenadas dentro da mesma área. Assim, no Bluetooth existe um grande número de canais independentes e não sincronizados, cada qual servindo somente um número limitado de participantes. Estas redes, nas quais os dispositivos Bluetooth se ligam entre si de uma forma *ad-hoc*, são denominadas por *Piconet*.

Cada canal está associado ao *Piconet* e é identificado pela sequência de frequências, e pelo relógio do dispositivo "mestre". O controlo de tráfego dentro do *Piconet* é realizado pelo dispositivo "mestre". Apenas são possíveis ligações ponto-a-ponto entre o dispositivo "mestre" e um "escravo" ou comunicações ponto-a-multiponto entre o "mestre" e vários "escravos" (no máximo até sete "escravos").

O número de organizações filiadas com o Bluetooth SIG (*Bluetooth Special Interest Group*) aproxima-se das 12000 [MO09], e em 2007 o número de chips expedidos mundialmente excedeu um bilião [Bur07]. As vantagens e benefícios da utilização da tecnologia Bluetooth incluem [Lea07] [Ern08]:

- Não necessita o uso de uma ligação por cabo;
- Inclui um mecanismo automático para descobrir outros dispositivos Bluetooth;
- Os novos padrões desenvolvidos são compatíveis com versões anteriores;
- Baixo custo para redes de curto alcance;
- Define perfis padronizados que ajudam os programadores e facilita a interoperabilidade;
- Grande quantidade de dispositivos com chips Bluetooth;
- Suporta comunicação tanto de dados como de voz, com taxas de comunicação razoáveis, sendo útil nas mais diversas aplicações;
- A tecnologia pode ser facilmente integrada aos protocolos de comunicação, como por exemplo TCP/IP;
- Foi projectado para consumir pouca energia.

Como todas as tecnologias existentes, o Bluetooth também possui desvantagens e limitações, entre as quais é possível realçar as seguintes [Lea07] [BD04] [Ern08]:

- O número máximo de dispositivos que se podem ligar ao mesmo tempo é limitado, principalmente ao compararmos com uma rede com fios;
- Uma rede só pode ser local, devido ao curto alcance;
- A baixa taxa de transferência de dados inviabiliza muitas das aplicações multimédia actuais;
- Falta de algoritmos e protocolos padronizados para redes Bluetooth;
- O *roaming* é outra desvantagem, cada vez que um utilizador sai fisicamente do alcance do grupo de dispositivos Bluetooth, o dispositivo tem que renegociar a ligação com o

novo grupo e assim por diante, o que pode tornar-se lento ou até mesmo causar uma queda total da ligação;

- Dificuldades de interoperabilidade com redes e tecnologias diferentes, como também as interferências nas WLANs (*Wireless Local Area Network*);
- Dificuldade no estabelecimento de uma ligação Bluetooth, sendo necessário numa primeira fase procurar por outros dispositivos Bluetooth, e de seguida é introduzido uma palavra-chave que têm de ser partilhada por ambos os dispositivos, de modo a que se estabeleça a ligação;
- O próprio facto dos dispositivos Bluetooth possuírem frequência de rádio torna-os mais vulneráveis ao ataque e intercepção do sinal.

2.2.6 Wi-Fi

Um grande advento tecnológico dos nossos tempos tem sido a mobilidade, ou seja o facto de um utilizador poder ter acesso a recursos de comunicação e computação a qualquer hora e em qualquer lugar. A mobilidade veio facilitar a vida às pessoas, e um grande exemplo disto é o uso do telemóvel. Para além deste, existem outros equipamentos que também permitem o acesso a informação, como os PDAs, portáteis, rádios e TV's digitais – Ver figura 2.7. Como previsto esta mobilidade chegou às redes de computadores com a tecnologia Wi-Fi. Este apresenta a vantagem da mobilidade aliada a um baixo custo e a facilidade de instalação [Ale08] [WWF09].

Figura 2.7 - Exemplo de dispositivos ligados numa rede Wi-Fi.

O Wi-Fi é um conjunto de especificações para redes locais sem fios (WLAN – *Wireless Local Area Network*) baseadas no padrão IEEE 802.11. Com esta tecnologia é possível implementar redes que ligam computadores e outros dispositivos compatíveis, que estejam próximos geograficamente. Essas redes não exigem o uso de cabos, já que efectuam a transmissão de dados através de radiofrequência.

O Wi-Fi é mais parecido com as redes *Ethernet* tradicionais, sendo necessária uma configuração inicial para instalar recursos partilhados, transmitir ficheiros, e configurar ligações de áudio (por exemplo, auriculares e dispositivos *hands-free*). Esta tecnologia usa a mesma frequência de transmissão que o Bluetooth, porém com uma maior potência, resultando em uma ligação de rádio mais forte. Apesar deste requerer mais configurações, é melhor para operar em redes de grande escala pelo facto de suportar ligações rápidas, seguras e possuir um *router* (*base-station*) com melhor potência de transmissão e recepção do que o Bluetooth.

A flexibilidade é tão grande, que se tornou viável a implementação de redes que fazem uso desta tecnologia nos mais variados lugares, principalmente pelo facto da sua instalação resultar numa redução de custos, uma vez que evita que paredes sejam perfuradas ou adaptadas para a passagem de fios, entre outros. Assim sendo, é comum encontrar redes Wi-Fi disponíveis em

hotéis, aeroportos, rodoviárias, bares, restaurantes, centros comerciais, escolas, universidades, escritórios, hospitais, etc., que oferecem acesso à internet, muitas vezes de forma gratuita. Para utilizar estas redes, basta ao utilizador possuir um portátil, *smartphone* ou qualquer dispositivo compatível com Wi-Fi.

O padrão IEEE 802.11 estabelece normas para a criação e para o uso de redes sem fios (*wireless*). A transmissão é feita por sinais de radiofrequência, que se propagam pelo ar e podem cobrir áreas na ordem das centenas de metros. Para que uma rede deste tipo seja estabelecida, é necessário que os dispositivos (também denominados por STA – de *station*) se liguem a aparelhos que fornecem o acesso. Estes são genericamente designados por *Access Points* (AP). Quando um ou mais STAs se ligam a um AP tem-se uma rede que é denominada *Basic Service Set* (BSS). Por questões de segurança e pela possibilidade de haver mais de um BBS num determinado local (por exemplo, duas redes sem fio criadas por empresas diferentes numa zona industrial), é importante que cada um receba uma identificação denominada *Service Set Identifier* (SSID): é um conjunto de caracteres que, após definido, é inserido no cabeçalho de cada pacote de dados da rede. Basicamente, o SSID é o nome atribuído a cada rede sem fios [Ale08].

Actualmente já existem várias versões do padrão 802.11, tendo a primeira versão sido lançada em 1997 [Ale08]. Ao padrão 802.11 seguiram-se novos padrões, sendo os mais populares representados na tabela seguinte (Tabela 2.1) [NOL06] [WT09]:

Tabela 2.1 - Comparação dos diversos tipos de padrões do Wi-Fi.

	802.11	**802.11a**	**802.11b**	**802.11g**
Padrão Aprovado	1997	1999	1999	2003
Máxima Taxa de Transmissão	Até 2 Mbps	Até 54 Mbps	Até 11 Mbps	Até 54 Mbps
Frequência de Operação	2.4 GHz	5GHz	2.4GHz	2.4GHz
Alcance Interno	100 metros	25 a 100 metros	100 a 150 metros	100 a 150 metros
Custo		Alto	O mais baixo	Baixo
Compatibilidade		Incompatível com o 802.11b e 802.11g	Adopção generalizada	Compatibilidade com o 802.11b e 11Mbps Incompatível com o 802.11a

A opção pelo uso da tecnologia Wi-Fi transporta consigo vantagens e desvantagens, algumas das vantagens são [WWF09] [Rin02] [BWA06]:

- Permite ao utilizador utilizar a rede em qualquer ponto dentro dos limites de alcance de transmissão, uma vez que não é necessário que os utilizadores se liguem por cabo;
- Introdução rápida de outros computadores e dispositivos na rede;
- Muitos dispositivos compatíveis;
- Evita que paredes sejam perfuradas ou adaptadas para a passagem de fios, entre outros;
- Baixo custo de instalação em relação a uma ligação com fio, caso exista uma grande quantidade de computadores para ligar na rede;
- Wi-Fi usa um espectro radioeléctrico não licenciado, não necessitando de aprovação regulamentar por cada instalação;
- Actualmente é das tecnologias *wireless* mais utilizadas em todo o mundo, principalmente em portáteis para ter acesso à internet.

A nível das desvantagens, é possível assinalar as seguintes [BWD06]:

- Consumo de energia bastante elevado em comparação com algumas das outras tecnologias, tornando a vida da bateria e o calor uma preocupação para os utilizadores;
- Utiliza o espectro não licenciado de 2,4GHz que muitas vezes está lotado com outros dispositivos, tais como o Bluetooth, microondas, telefones sem fios, entre outros. Isto pode traduzir-se numa degradação do desempenho;
- Redes Wi-Fi possuem um alcance elevado em relação a outras tecnologias *wireless,* mas limitado. Um típico router *Wi-Fi* doméstico pode ter um alcance de 45 metros dentro de casa, e 90 metros no exterior. Os alcances também podem variar, uma vez que o Wi-Fi não é uma excepção à física de propagação das ondas de rádio com bandas de frequência;
- Os pontos de acesso poderão ser usados para aceder a informações pessoais e confidenciais transmitidas a partir dos utilizadores Wi-Fi;
- Pontos de acesso gratuito podem ser utilizados para fins malignos por pessoas anónimas, para iniciar um ataque que seria extremamente difícil de rastear além do dono do ponto de acesso;
- Tecnologia mais complexa e cara que o Bluetooth, para a qual existe num número inferior de telemóveis.

2.2.7 ZigBee

Os avanços recentes das tecnologias de redes *wireless* possibilitaram o surgimento de várias alternativas, mas a grande maioria tem como premissa principal prover um conjunto de protocolos que garantem a qualidade para a transmissão de voz ou de dados com altas taxas de transferência, o que conduz os equipamentos a tornarem-se caros e pouco convenientes para aplicações mais simples [Che08].

O ZigBee é uma tecnologia recente, que surgiu nos finais de 2004 [Sil07], cujo protocolo é da responsabilidade da ZigBee Alliance. A ZigBee Alliance é um consórcio de mais de 200 empresas, provenientes de mais de 20 países distintos, nas quais se integram também especialistas da área de telecomunicações e semicondutores, incluindo membros do IEEE.

Como a própria ZigBee Alliance refere, a sua missão é: "*To enable reliable, cost-effective, low-power, wirelessly networked, monitoring and control products based on an open global standard*" [Sil07]. Assim, o padrão ZigBee foi desenvolvido para ser uma alternativa de comunicação em redes que não necessitam de soluções mais complexas para o seu controlo, reduzindo assim os custos com a aquisição, instalação de equipamentos, manutenção e mão-de-obra. Esta é uma tecnologia relativamente simples, que utiliza um protocolo de pacotes de dados com características específicas, sendo projectado para oferecer flexibilidade quanto ao tipo de dispositivos que pode controlar. Com uma vasta área de aplicações, desde o controlo industrial à automação de residências (domótica), o protocolo ZigBee possui então determinadas características que o tornam distinto das restantes tecnologias – ver Figura 2.8 [Fio05], tais como por exemplo: menos complexa, baixo consumo de energia e suporta vários nós por rede.

Os dispositivos baseados na tecnologia ZigBee operam em três bandas de rádio conhecidas como ISM (*Industrial, Scientifical and Medical*), as quais estão isentas de licenciamento, incluindo as faixas de 2,4GHz (Global), 915Mhz (América) e 868Mhz (Europa) e com taxas de transferência de dados de 250Kbps em 2,4GHz, 40kbps em 915MHz e 20kbps em 868 Mhz [ARZ08].

O padrão oferece actualmente interfaces com velocidades de ligação compreendidas entre 10kbps e 250kbps e com um alcance de transmissão entre os 10 e os 100 metros, dependendo directamente da potência dos equipamentos e de características ambientais (obstáculos físicos, interferência electromagnética, etc.).

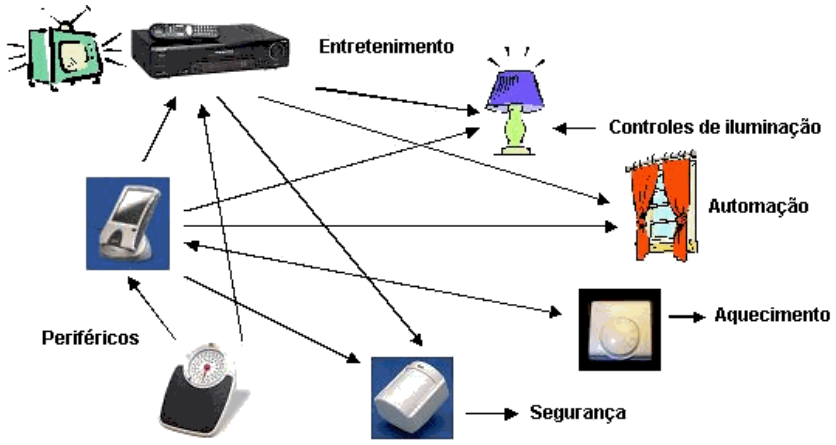


Figura 2.8 - Exemplos de dispositivos onde se aplica a tecnologia ZigBee [ARZ08].

No que respeita à alimentação dos dispositivos, o protocolo ZigBee foi projectado de modo a suportar aplicações com o mínimo de consumo. Utilizando baterias comuns um dispositivo pode funcionar até cerca de seis meses [ARZ08].

Algumas vantagens e benefícios do uso desta tecnologia incluem [Fio05] [Che08]:

- Baixo consumo de potência e uma implementação simples, com interfaces de baixo custo comparado ao Bluetooth ou Wi-Fi;
- Simplicidade de configuração e redundância de dispositivos (operação segura);
- Protocolo simples que permite a transferência confiável de dados com níveis apropriados de segurança;
- Fornece uma comunicação bidireccional com nenhuma limitação à vista;
- É altamente escalável, permitindo um coordenador tratar até 65000 dispositivos;
- Inclui uma descoberta de dispositivos automática e configuração/reconfiguração;
- Elevada fiabilidade.

Apesar da sua aceitação no domínio da construção e automação industrial, ainda existem algumas limitações e desvantagens em utilizar o ZigBee [Fio05]:

- O custo por unidade é ainda relativamente alto, impedindo implementações em grande massa;
- A utilização de um espectro comum não licenciado torna o ZigBee vulnerável a interferências;
- Baixas taxas de transferência de dados limitam a quantidade de informações que podem ser transmitidas e armazenadas;
- A concepção e a implementação exigem uma cuidadosa engenharia das ligações de rádio;
- O alcance da comunicação é geralmente inferior a 70 metros.

2.2.8 RFID

Radio Frequency IDentification (RFID) significa identificação por radiofrequência, e é uma tecnologia *wireless* de curto alcance. Esta consiste num método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos chamados de etiquetas (*tags*) RFID [Che08].

Esta tecnologia tem vindo a desenvolver-se cada vez mais nas últimas décadas pelas vantagens e aplicações quase ilimitadas que apresenta. RFID derivou de um projecto desenvolvido pelos Aliados na segunda Guerra Mundial, e tem como base tecnologias como os sinais de rádio e os radares. A primeira patente de uma etiqueta activa foi requerida por Mario W. Cardullo em Janeiro de 1973 [WRF09]. Desde então esta tecnologia tem-se tornado parte integrante do nosso quotidiano, estando presente nas mais diversas áreas.

Uma etiqueta RFID é um *transponder*, pequeno objecto que pode ser colocado numa pessoa, animal, equipamento, produto ou outros. Este contem chips de silício e antenas que lhe possibilitam responder aos sinais de rádio enviados por um dispositivo emissor. Além das etiquetas passivas, que respondem ao sinal enviado pelo dispositivo transmissor usando a energia da própria onda rádio recebida, existem ainda as etiquetas activas (possui um custo mais elevado que as etiquetas passivas) dotadas de bateria, que lhes permite iniciarem a emissão de um sinal.

De acordo com as etiquetas possuírem ou não energia interna, existem três tipos de sistemas RFID: activa, passiva, e semi-activa.

Etiquetas RFID activas, têm a sua própria fonte de energia, embora que limitada, o que possibilita uma maior capacidade de memória permitindo-lhe armazenar informações adicionais. O tempo de vida da bateria de uma típica etiqueta RFID activa é de vários anos. Estas etiquetas têm semelhanças ao nível funcional com os pontos de acesso WLAN, mas com ciclos de funções limitados de forma a conservar energia. As etiquetas RFID activas podem ser projectadas para conter sensores que medem a temperatura, humidade, vibrações, ou radiações. Possuem um longo alcance de comunicação (100 metros ou mais), especialmente quando comparado com o das passivas que tem um curto alcance (3 metros ou menos).

Ao contrário das etiquetas RFID activas, as passivas não têm a sua própria fonte de alimentação. A energia necessária para a recepção e transmissão é fornecida pelo campo electromagnético do dispositivo leitor. Estas são activadas quando se aproximam do leitor. A corrente induzida na antena é utilizada para ligar a etiqueta e reflectir ou modular o sinal do leitor para transmitir informação. Estes itens possuem um baixo custo, geralmente são muito pequenas (do tamanho de uma moeda) e sem consumo de energia. Para que a etiqueta se possa activar e possa enviar a resposta não só é necessário que se encontre no alcance do leitor, mas também que exista uma proximidade que permita que energia suficiente lhe seja fornecida.

Tabela 2.2 - Classes RFID e típicas aplicações RFID [Che08].

	Frequência	Alcance	Velocidade Transferência	Leitura Etiqueta	Aplicações Típicas
LF - Baixa Frequência	125 KHz – 134 KHz	<0.5 m	Lenta	Perto de superfícies metais húmidas	Controlo de Acesso; Monitorizar animais; Aplicações POS;
HF - Alta Frequência	13.56 MHz	1 m	Média	Perto de superfícies metais húmidas	Controlo de Acesso; Cartões Inteligentes; Prateleiras Inteligentes;
UHF – Frequência Ultra Alta	860 MHz – 930 MHz	3 m	Rápida	-	Monitorizar embalagens; Monitorização de Bagagens; Aplicações para Portagens;
Frequência Microondas	2.4 GHz – 5.8 GHz	1 m	Muito Rápida	Só em superfícies secas	Cadeia de Abastecimento; Monitorização; Aplicações para Portagens;

Etiquetas RFID semi-activas têm uma bateria de abastecimento muito pequena, que permite um maior leque de acções comparativamente às etiquetas passivas. O tempo de vida destas etiquetas é limitado.

A variação dos níveis de radiofrequência dá origem a diferentes tipos de etiquetas RFID [RTA06] – Consultar Tabela 2.2.

Na actualidade, as aplicações mais comuns são baseadas em RFID de alta frequência. Em relação a custos, as etiquetas mais baratas são as passivas, que podem chegar a custar menos de $1 US. Estas podem ser LH, HF, UHF. De entre estas, são as UHF que possuem um custo mais baixo [HMD09].

O RFID aumenta a conveniência e a produtividade e por essa razão encontram-se no quotidiano em variados cenários de aplicação [Che08]:

- Indústria de retalho – monitorização da circulação de mercadorias marcadas, identificação dos itens ou lotes/paletes e de como eles são fornecidos, armazenados e finalmente vendidos;
- Cuidados de saúde e Industria farmacêutica – muitos aspectos dos cuidados de saúde desde a rotulagem dos medicamentos, ao seguimento de operações e tratamento, bem como a logística de fornecimento atempado de material médico;
- Aplicações do quotidiano – facilita muitos aspectos do quotidiano, desde o transporte (e.g. Via Verde e Andante), serviços bancários, compras, entretenimento, até a aplicações intuitivas como fácil troca de informações entre dispositivos digitais;
- Indústria automóvel – A produção de qualquer carro implica dezenas de milhares de componentes individuais. A montagem de todos estes componentes exige um acompanhamento minucioso de cada um dos componentes e uma adição sequencial delas durante o processo de fabricação;
- Indústria de aviação – Todos os argumentos aplicados à indústria automóvel também se aplicam à aviação;
- Transporte Global – Estas aplicações servem o processo de acompanhamento e monitorização das operações relativas à circulação de mercadorias expedidas em paletes e contentores, como parte do comércio internacional global utilizando vários meios de transporte, que incluem navios, comboios, camiões, barcos e aviões.

A tecnologia RFID, como todas as outras tecnologias, apresenta vantagens e desvantagens:

- Vantagens [RFI09] [RBG09]:
  - Identificação sem fios (mesmo sem linha de visão, ao contrário da IrDA);
  - É capaz de penetrar através de diferentes materiais como caixas de papel, madeira, etc.;
  - Podem ser identificados vários *transponders* em menos de um segundo;
  - É possível ler vários *transponders* simultaneamente;
  - É garantida alta segurança através de criptografia e protecção contra cópia;
  - Possibilidade de identificar o objecto no sistema sem necessidade de contacto, podendo este ser identificado a uma certa distância, que depende da especificação utilizada;
  - Objectos com etiquetas RFID podem ser lidos bem mais rápidos do que com a tecnologia de código de barras;
  - É possível etiquetar cada item univocamente com informação extra relativa ao mesmo;
  - A informação pode ser apenas de leitura ou de leitura e escrita;

- Pode ser utilizado em diversos ambientes, incluindo animais vivos, área militar e áreas científicas;
- RFID e o código de barras podem ser usados em paralelo, complementando-se mutuamente;
- Esta tecnologia permite localizar um objecto dento de um edifício, desde que esteja ao alcance dos leitores do sistema.

- Desvantagens [RBG09]:
  - Os sinais provenientes de dois dispositivos leitores podem interferir um com o outro, não permitindo que as etiquetas respondam efectivamente aos dois pedidos de leitura;
  - Tem um custo mais elevado do que o código de barras;
  - Se numa determinada área existirem muitas etiquetas, pode tornar-se complicado para os leitores ler todas as etiquetas. É possível contornar este problema lendo uma etiqueta de cada vez;
  - As etiquetas possuem informação estática. Assim, toda a manipulação de informação num sistema RFID é feita do lado dos leitores.

2.2.9 NSDT

A Tagattitude é uma jovem empresa francesa que criou a tecnologia NSDT (*Near Sound Data Transfer*). A NSDT é uma tecnologia sem contacto (*contactless*) muito recente. Alguns especialistas da área perspectivam que esta, em algumas situações, concorra directamente com o NFC [Gol08]. Estes foram um dos vencedores do GSMA *Mobile Innovation Award* no WMC 2008 (*Winter Music Conference*). Segundo os seus criadores a NSDT é uma tecnologia revolucionária que permite transformar qualquer telemóvel num sistema de pagamentos seguros ou numa ferramenta de autenticação.

NSDT utiliza o canal sonoro e funções de segurança presentes em qualquer telemóvel, sendo imediatamente compatível com todos os telemóveis existentes mundialmente, qualquer que seja o produtor ou a rede, sem necessitar de qualquer software adicional ou efectuar alterações de hardware [WTT08].

A Tagattitude tem como alvo os seguintes mercados [WTT08]:

- Pagamentos de serviços para pessoas que não utilizam cartões bancários;
- Soluções de armazenamento móvel de valores para os retalhistas;
- Fortes serviços de autenticação para o acesso à Web;
- Assinaturas seguras para transacções electrónicas "*3D Secure*".

Em Fevereiro de 2009 [Tag09], a Tagattitude anunciou o lançamento do TagPay™, a primeira plataforma de pagamento móvel já funcional, que trabalha em qualquer um dos 4 biliões de telemóveis espalhados por todo o mundo. O TagPay™ é um sistema com pré-pago que armazena o valor no telemóvel. Foi desenvolvido numa completa plataforma de pagamento móvel, que é flexível e facilmente adaptável às especificidades de cada mercado alvo. Com o TagPay™ os clientes podem efectuar compras nas lojas afiliadas e restaurantes utilizando apenas o seu telemóvel. O TagPay™ está a ser alvo de testes piloto na Zâmbia, Índia, África do Sul, Congo, e na República Democrática do Congo e está operacional em vários países africanos incluindo o Mali, Nigéria e Gana [FTG09].

Para se efectuar um pagamento através do sistema TagPay™, inicialmente o consumidor efectua uma chamada telefónica do seu telemóvel para o servidor de pagamentos IVR (*Interactive Voice Response*) e introduz a sua chave de segurança. De seguida este coloca o seu

telemóvel sobre o terminal POS (*Point-of-Sale* ou Posto de Venda), com o auricular na direcção do terminal. Neste momento, a transacção processa-se, sendo os dados transferidos pelo canal de áudio entre o POS e o servidor IVR. No fim, como qualquer outro pagamento, é impresso um recibo com o valor da transacção efectuada.

Todos os serviços Tagattitude beneficiam das seguintes vantagens [WTT08]:

- Bastante seguro;
- Extremamente intuitivo para o utilizador;
- Os telemóveis já são compatíveis com NSDT, não necessitando de modificações nem de hardware nem de software;
- Respeita a privacidade;
- Totalmente escaláveis;
- Muito fácil de interagir (arquitectura baseada na Web);
- Baixo custo.

No entanto, esta tecnologia também contém algumas limitações e desvantagens:

- Efectuar uma transacção através do TagPay™ leva mais tempo que efectuar um pagamento como é habitual, com um cartão bancário ou dinheiro físico;
- Esta tecnologia ainda está a ser alvo de vários testes piloto;
- Quando se está a efectuar uma transacção está sempre susceptível a possíveis ruídos exteriores, que podem levar ao seu cancelamento.

Ao compará-la com o NFC, quando este se massificar no mercado mundial, a tecnologia NSDT terá um custo superior pelos serviços *contactless* em relação aos telemóveis NFC. Pode-se considerar que o NSDT fornece uma ponte tecnológica até que soluções mais completas e robustas do NFC atinjam o mercado. O NSDT poderá vir a funcionar como uma alternativa segura aos serviços NFC, em caso de indisponibilidade temporária [Rup08].

2.3 NFC – *Near Field Communication*

Esta foi a tecnologia escolhida para este projecto, e que, apesar de ainda estar numa fase embrionária (ainda existem vários ensaios a ocorrer um pouco por todo o mundo) se acredita que nos próximos anos se irá massificar ao ponto de se tornar uma tecnologia dominante e essencial, ao facilitar em muito várias acções efectuadas pelas pessoas no seu dia-a-dia, podendo vir a ser mais ubíqua que o Bluetooth. No tópico seguinte (2.4 Conclusão) justifica-se de forma mais detalhada a escolha desta tecnologia para este projecto de dissertação, em detrimento de todas as outras já analisadas.

Nos últimos anos, têm surgido novos dispositivos NFC e têm sido lançadas, um pouco por todo mundo, aplicações NFC piloto nas mais diversas áreas funcionais. Uma empresa britânica de investigação prevê que 400 milhões de utilizadores, até 2013, estarão a usar o sistema de bilhética móvel nos seus telemóveis. Contudo, o crescimento pode não vir tão rápido quanto o suposto, devido à escassez de dispositivos leitores e telemóveis NFC [JFM08]. Prevê-se que 2010 seja a rampa de lançamento da tecnologia NFC, e que nesse ano comecem a aumentar substancialmente a disponibilidade de dispositivos NFC [ClaN09].

Segue-se uma introdução ao NFC, incluindo uma análise mais detalhada da tecnologia, realçando as suas vantagens e possíveis desvantagens. É feito ainda um estudo no que respeita à segurança e possíveis ameaças a esta tecnologia, e apresentam-se alguns dos dispositivos NFC

disponíveis e algumas das soluções existentes no mercado mundial. Este tópico finaliza com um estudo das previsões do futuro do NFC para os anos que se avizinham.

2.3.1 Introdução

Near Field Communication ou NFC é uma tecnologia emergente focada na comunicação *contactless*, que evoluiu de uma combinação das tecnologias RFID e *Smart Cards*, assim como de outras tecnologias de comunicação e identificação *contactless*, e que facilita a ligação entre dispositivos electrónicos. Esta é uma tecnologia de curto alcance (apenas a poucos centímetros) que opera na frequência 13.56 MHz, com transferência de dados até 424 kbits, na qual a comunicação é iniciada quando se aproximam dois dispositivos NFC, e que é compatível fisicamente com as etiquetas RFID. Como o alcance de transmissão é curto, as transacções baseadas no NFC tornam-se intrinsecamente seguras, inibindo assim que intrusos "escutem" as transacções [Nea09].

A tecnologia de identificação *contactless* permite ao utilizador pagar uma transacção pela simples aproximação do cartão, em vez de passá-lo através de um leitor, como se verifica por exemplo nos cartões com a tecnologia da secção 2.2.1 (Banda Magnética), tornando a interacção e uso mais fácil e conveniente.

Esta tecnologia permite interacções bidireccionais de uma forma simples e segura entre dispositivos electrónicos, o que abre novos e excitantes cenários de uso para os dispositivos móveis. Com apenas um apontar ou toque, esta tecnologia móvel vem aumentar o conforto, segurança e rapidez em inúmeros processos [Cas07].

Seguidamente apresentam-se alguns exemplos de aplicações que se poderão realizar com um dispositivo NFC - Ver Figura 2.9 [Nea09]:

- Transferir músicas ou vídeos de um cartaz inteligente;
- Armazenar no telemóvel os cartões de fidelização e de identificação;
- Trocar cartões com outro telemóvel;
- Pagar o autocarro ou a tarifa do comboio com o telemóvel;
- Imprimir uma imagem numa impressora;
- Utilizar terminais de um POS para efectuar o pagamento de uma compra, da mesma forma que a norma da tecnologia de identificação *contactless* do cartão de crédito;
- Emparelhar automaticamente e com muito mais facilidade uma ligação Bluetooth entre dois dispositivos NFC, tornando a transmissão mais rápida de ficheiros com elevadas dimensões.

O NFC também foi concebido para trabalhar em conjunto com protocolos, como o Bluetooth e Wi-Fi, permitindo assim aos dispositivos comunicarem a maiores distâncias e transferir os dados mais rapidamente.

Como o NFC tem um custo bastante reduzido (em relação ao Bluetooth e Wi-Fi), vem possibilitar ao utilizador um vasto leque de possíveis cenários de aplicação. Visto que na actualidade cerca de 60% da população mundial possui um telemóvel [Chi09] (e sendo considerado por muitos como um dos objectos pessoais mais importantes), esta união dos telemóveis com a tecnologia NFC surgiu com toda a naturalidade. Na Europa, a Nokia é a empresa de telecomunicações que recentemente mais tem apostado na produção de telemóveis NFC [Wil09], como é exemplo o Nokia 6212 Classic.

As funções de um telemóvel NFC são muito semelhantes à norma *contactless* dos cartões inteligentes que são usados mundialmente em cartões de crédito e em bilhetes para sistemas de transporte público. Uma vez que uma aplicação, como uma aplicação de cartão de crédito, tenha sido bem desenvolvida para um telemóvel NFC, o cliente pode efectuar pagamentos, através de

um simples aproximar do telemóvel a um leitor de um POS. O telemóvel NFC também oferece maior segurança, permitindo ao utilizador proteger melhor as aplicações que necessitam de maiores níveis segurança, através das funcionalidades da interface de utilizador (por exemplo com um pedido de introdução de uma chave de segurança).

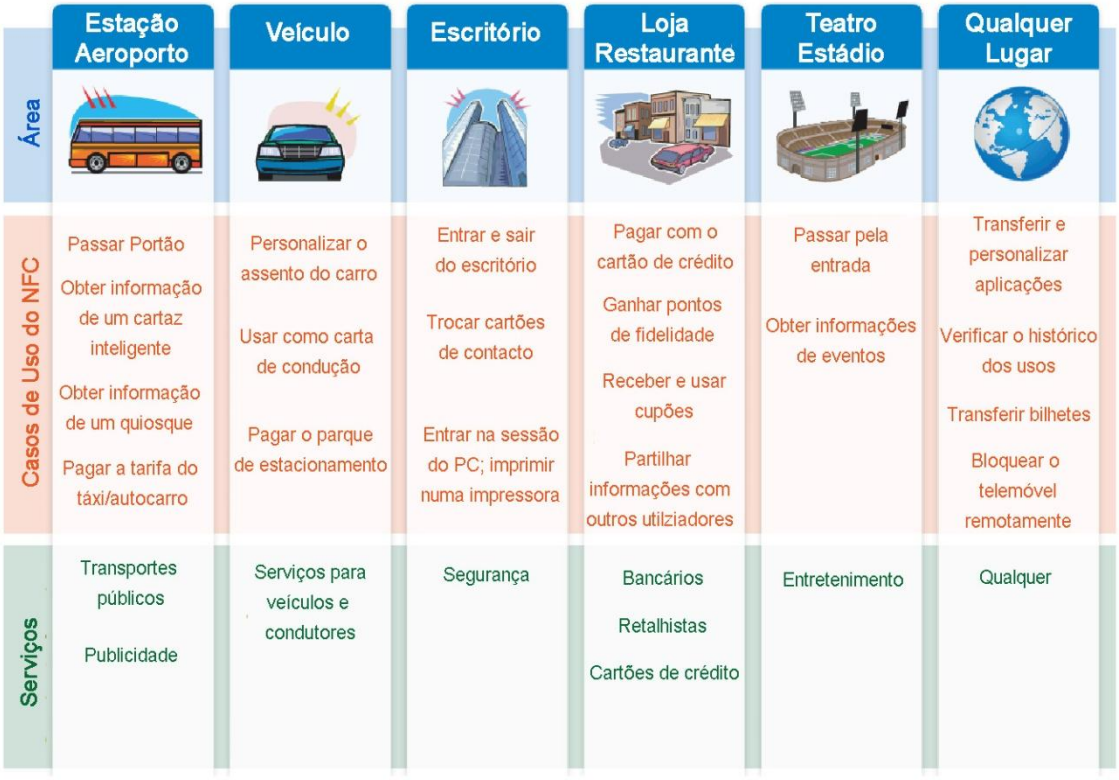


Figura 2.9 - A vida torna-se mais fácil com o uso dos serviços móveis NFC. Diagrama adaptado de [EFS08].

Num futuro próximo prevê-se que os utilizadores sejam capazes de captar informação do seu ambiente envolvente utilizando a tecnologia NFC. Esta permitirá aos dispositivos móveis ler informação guardada em etiquetas contidas em objectos do quotidiano, como cartazes, sinais de paragem dos autocarros, sinais de estrada, medicamentos, certificados ou embalagens de alimentos. Por exemplo, no caso de etiquetas em cartazes e publicidades, os consumidores poderão usar os seus telemóveis NFC para explorar os serviços de iniciação, acedendo a serviços móveis existentes, como aplicações SMS (*Short Message Service*), e a conteúdos e serviços baseados numa rede ou na internet [Nea09].

Esta tecnologia foi desenvolvida conjuntamente pela *Royal Philips Electronics* e *pela Sony Corporation* no final de 2002. Em 2004 [TNF09], a Nokia, a Philips e a Sony fundaram o NFC Forum para promover o uso do NFC, e desenvolveram especificações que garantem a interoperabilidade entre dispositivos e serviços e educando o mercado acerca da tecnologia NFC.

Actualmente, o número de membros a nível mundial do NFC Forum excedeu as 150 organizações. Os fabricantes, engenheiros de software, instituições de serviços financeiros e outros trabalham juntos de forma a promover o uso da tecnologia NFC [TNF09].

Os objectivos do NFC Forum são [TNF09]:

- Desenvolver especificações baseadas em padrões que garantam interoperabilidade entre dispositivos e serviços;
- Incentivar o desenvolvimento de produtos utilizando as especificações do NFC Forum;
- Educar o mercado mundial acerca da tecnologia NFC;

- Garantir que os produtos alegando capacidades NFC cumprem as especificações do NFC Forum.

Em Junho de 2009, o NFC Forum introduziu a N-Mark – ver Figura 2.10 [ClaM09], uma versão aperfeiçoada do 'N', que é projectado para permitir aos utilizadores equipados com telemóveis NFC localizarem rapidamente e facilmente etiquetas NFC. A N-Mark possui um âmbito global e está disponível para ser usado em aplicações que são compatíveis com as especificações do NFC Forum, como são descritas no tópico 2.3.2 (Normas e Especificações).

Figura 2.10 - Figura do N-Mark [ClaM09].

Funcionalmente, um dispositivo NFC gera uma onda de rádio magnética de baixa frequência com espectro de 15.56MHz. Quando outro dispositivo NFC se aproxima o suficiente para entrar em contacto com o campo, o acoplamento magnético e indutivo transfere energia e dados de um dispositivo para o outro. O uso do acoplamento magnético é uma das principais diferenças entre NFC e tecnologias como Bluetooth e Wi-Fi [HB06].

Este é compatível funcionalmente com todas as etiquetas RFID e com as normas FeliCa e MiFare dos *Smart Cards*.

A interface pode funcionar em vários modos. Os modos são distinguidos se um dispositivo cria o seu próprio campo RF (*Radio frequency*) ou se o dispositivo absorve energia do campo RF gerado por outro dispositivo. Se o dispositivo gerar o seu próprio campo, designa-se por dispositivo activo, caso contrário denomina-se por passivo. Tal como as etiquetas na tecnologia RFID, os dispositivos activos normalmente têm uma fonte de alimentação, enquanto dispositivos passivos geralmente não (e.g. os *Smart Cards*). O acoplamento indutivo leva os dispositivos passivos a absorver energia do dispositivo activo quando estes ficam suficientemente próximos. Uma vez ligado, o dispositivo passivo pode comunicar e trocar dados com o outro dispositivo. Quando dois dispositivos comunicam, existem três possíveis configurações – Ver Tabela 2.3 [HB06]:

Tabela 2.3 - Configurações da comunicação [HB06].

Dispositivo A	Dispositivo B	Descrição
Activo	**Activo**	Quando um dispositivo envia dados, cria um campo RF. Quando um dispositivo está á espera de dados não gera nenhum campo RF. Deste modo, o campo RF é alternadamente gerado pelo Dispositivo A e Dispositivo B.
Activo	**Passivo**	O campo RF é gerado apenas pelo Dispositivo A.
Passivo	**Activo**	O campo RF é gerado apenas pelo Dispositivo B.

Estas configurações são importantes porque a forma como os dados são transmitidos depende de o dispositivo estar a transmitir em modo activo ou modo passivo.

A distinção entre os dispositivos nos modos activos e passivos especifica a forma como os dados são transmitidos. Dispositivos passivos codificam os dados sempre com codificação *Manchester* e ASK (*Amplitude Shift Keying*) a 10%. Ao invés disso, nos dispositivos activos, se a taxa de transferência for de 106 kbps a codificação é *Modified Miller* com modulação a 100%.

Caso a taxa de transferência seja superior a 106 kbps, a codificação dos dados é sempre com codificação *Manchester* utilizando uma taxa de modulação de 10% - Ver Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Codificação e Modulação a diferentes velocidades de transferência [Pau07].

	Dispositivo Activo	Dispositivo Passivo
106 kBaud	*Modified* Miller, 100% ASK	Manchester, 10% ASK
212 kBaud	Manchester, 10% ASK	Manchester, 10% ASK
424 kBaud	Manchester, 10% ASK	Manchester, 10% ASK

A codificação *Manchester* (ver Figura 2.11) depende de duas possíveis transições, no ponto médio de uma transição. Uma transição baixo-para-alto representa um bit 0, enquanto uma transição alto-para-baixo representa um bit 1. Assim, no meio de cada período bit, há sempre uma transição. As transições no início de um período não são consideradas [Pau07].

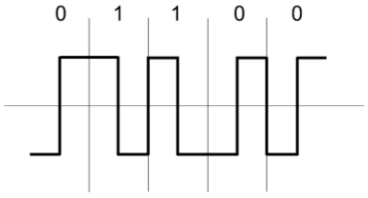


Figura 2.11 - Codificação *Manchester* [Pau07].

A codificação *Modified Miller* é caracterizada por pausas que ocorrem na transportadora em diferentes posições de um período. Dependendo da informação a ser transmitida, os bits são codificados como é demonstrado pela Figura 2.12. Embora, o bit 1 é sempre codificado da mesma maneira, a codificação de um 0 é determinado com base no bit precedido [Pau07].

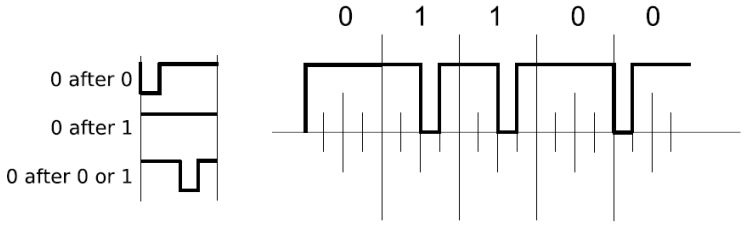


Figura 2.12 - Codificação *Modified Miller* [Pau07].

Adicionalmente ao modo activo e passivo existem dois papéis diferentes que um dispositivo pode desempenhar numa comunicação NFC. O NFC baseia-se nos conceitos de mensagem e resposta. Isto significa que um dispositivo A envia uma mensagem para outro dispositivo B, que devolve de seguida uma resposta ao dispositivo A (ver Figura 2.13). Não é possível ao dispositivo B enviar quaisquer dados para o dispositivo A sem primeiro receber alguma mensagem do dispositivo A, para então poder responder. O papel do dispositivo A, que inicia a troca de dados, é de iniciador; o papel do outro dispositivo é de alvo. A tabela seguinte (Tabela 2.5) lista todas as combinações possíveis destes papéis no que respeita ao modo passivo e activo. Apenas não é possível a combinação entre iniciador e passivo [HB06].

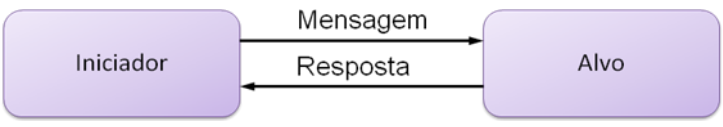


Figura 2.13 - Troca de mensagens entre dois dispositivos NFC.

Tabela 2.5 - Possíveis combinações Activo/Passivo e Iniciador/Alvo [HB06].

	Iniciador	Alvo
Activo	Possível	Possível
Passivo	Não é Possível	Possível

A comunicação NFC não está limitada a um par de dispositivos. De facto, um dispositivo iniciador pode comunicar com múltiplos dispositivos alvo, mas não simultaneamente. Neste caso todos os dispositivos alvo são activados ao mesmo tempo, mas antes de enviar a mensagem, o dispositivo iniciador têm de seleccionar um dispositivo receptor, e os restantes dispositivos alvo que não foram seleccionados devem ignorar a mensagem enviada. Apenas o dispositivo alvo seleccionado pode responder aos dados recebidos. Portanto, não é possível enviar dados para mais do que um dispositivo simultaneamente (não é possível o envio de mensagens por radiodifusão).

Um dos factores que torna os dispositivos NFC únicos entre as tecnologias de comunicação *contactless* é a habilidade de o mesmo dispositivo actuar tanto em modo activo como passivo. Isto permite aos dispositivos NFC funcionarem tanto como cartões *contactless*, como leitores. Deste modo um telemóvel NFC pode ser usado (por exemplo) para enviar informações de um pagamento para um leitor para efectuar uma compra, ou para ler informações de um sinal de publicidade.

O NFC Forum definiu três modos de operação distintos, o que tornou os dispositivos NFC únicos no mercado, porque podem alterar o seu modo de operação para os outros modos de operação disponíveis. Os diferentes modos de operação baseiam-se no ISO/IEC 18092 NFCIP-1 e no ISO/IEC 14443, dois standards de cartões inteligentes *contactless* - Ver Figura 2.14 [FAQ07]:

- Modo Leitura/Escrita – o dispositivo NFC é capaz de ler etiquetas NFC, como ler uma etiqueta de um cartaz inteligente NFC. Este modo tem uma interface por radiofrequência que está em conformidade com o ISO 14443 e o FeliCa;
- Modo Ponto-a-Ponto [P2P] – este modo está em conformidade com o ISO/IEC 18092. Neste modo dois dispositivos NFC podem trocar dados. Por exemplo, pode partilhar os parâmetros de ligação Bluetooth ou Wi-Fi, ou trocar dados, como cartões de visita ou fotografias digitais;
- Modo Emulação de Cartões – o próprio dispositivo NFC comporta-se como sendo uma etiqueta NFC, parecendo ao leitor como sendo um cartão inteligente *contactless* tradicional.

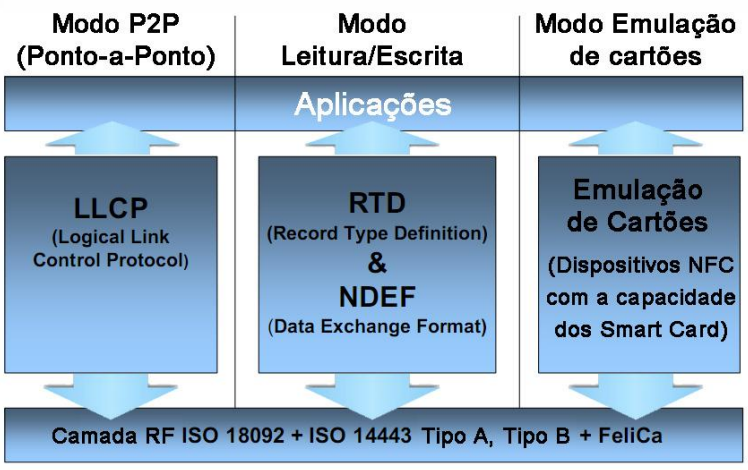


Figura 2.14 - Modos de comunicação do NFC. Diagrama adaptado de [NFN06].

Sintetizando, o NFC é uma tecnologia em expansão que num futuro próximo se prevê que irá alterar a forma como o homem interage com o ambiente que o rodeia, bastando-lhe ter um dispositivo NFC que irá proporcionar inúmeras vantagens, tais como:

- Possibilidade de efectuar transacções seguras, inibindo assim que intermédios interceptem as transacções;
- Efectuar o emparelhamento de uma ligação Bluetooth ou Wi-Fi, com uma simples aproximação dos dispositivos;
- Permitir interacções bidireccionais de forma simples e segura entre dispositivos, abrindo um leque de novos e interessantes cenários de aplicação;
- Uso do acoplamento magnético;
- Esta tecnologia vem aumentar o conforto, segurança e rapidez em inúmeros processos;
- Fácil acesso a informação, entretenimento e serviços, sendo mais intuitivo e conveniente;
- Habilidade de um dispositivo NFC de actuar tanto como dispositivo activo como passivo, permitindo aos dispositivos NFC funcionarem tanto como cartões *contactless* como leitores;
- Reduzido preço dos chips NFC. Em 2002, um especialista da área informou que um chip NFC iria custar cerca de $0,2 US. Comparativamente aos $5 US do Bluetooth e $16 US do Wi-Fi (preços de 2002) [Col05] [Sut02] [Kra03]. Na actualidade, a NXP prevê que entre 2012 e 2013, seja adicionada a tecnologia NFC num dispositivo móvel, por menos de $1 US por chip [ClaH09].

O principal problema actual que ainda enfrenta a tecnologia NFC é a escassez e o elevado preço dos dispositivos NFC existentes no mercado mundial. Este preço elevado é derivado de a tecnologia ainda não estar massificada.

2.3.2 Normas e Especificações

Os autores desenharam o NFC para ser compatível com as actuais normas *contactless*, como a ISO 14443 tipo A (utiliza a tecnologia MiFare da Philips) e a tipo B (Calypso), a ISO 15693 (padrão popular de uma etiqueta RFID, Vicinity cards), e o FeliCa. Como o NFC, ambas operam na faixa de frequência de 13.56 MHz. O NFC ainda suporta dois protocolos próprios [War09]:

- ISO/IEC 18092 ou ECMA 340, NFCIP-1: especifica os sistemas de modulação, codificação, as velocidades de transferência e o formato da interface RF dos dispositivos NFC. Permite a comunicação NFCIP-1 (*Peer-to-Peer*) através da troca de informação entre dois dispositivos;
- ISO 21481 ou ECMA 352, NFCIP-2: especifica a maneira para detectar e seleccionar um dos três modos de comunicação a operar (ISO 14443, 15693 ou 18092).

O NFC Forum tomou uma decisão importante ao permitir que fabricantes e desenvolvedores de aplicações criem novos e "poderosos" produtos dirigidos para o consumidor com o lançamento das seguintes especificações aprovadas da arquitectura do NFC [NFS09]:

- *NFC Data Exchange Format (NDEF)* – especifica um formato comum de dados para dispositivos NFC e etiquetas NFC;
- *NFC Record Type Definition (RTD)* – fornece directrizes para a especificação de tipos de registos conhecidos para inclusão nas mensagens NDEF trocadas entre dispositivos NFC, e entre dispositivos NFC e etiquetas [FNS06];
- *NFC Uniform Resource Identifier (URI) RTD* – proporciona uma maneira eficiente de armazenar URI, utilizando o mecanismo RTD e o formato NDEF;

- *NFC Text RTD* – proporciona uma maneira eficiente de armazenar *strings* de texto em várias línguas, utilizando o mecanismo RTD e o formato NDEF;
- *NFC Smart Poster RTD* – Define um tipo bem conhecido do NFC Forum para colocar URLs, números de telefone ou SMS numa etiqueta NFC, ou para transportá-los entre dispositivos. O *Smart Poster* RTD tem por base o mecanismo RTD e o formato NDEF e usa o URI RTD e *Text* RTD como módulos;
- *NFC Generic Control RTD* – Fornece uma maneira simples de pedir uma acção específica (como por exemplo iniciar uma aplicação) a um dispositivo NFC (dispositivo destino) a partir de outro dispositivo NFC, etiqueta ou cartão (dispositivo fonte) através da comunicação NFC;
- *NFC Connection Handover* – Define a estrutura e sequência de interacções que permitem dois dispositivos NFC estabelecerem uma ligação utilizando outras tecnologias de comunicação *wireless*. *Connection Handover* combina a simples opção "um-toque" da tecnologia NFC com as tecnologias de comunicação de alta velocidade, tais como o Wi-Fi ou Bluetooth.

Foram definidos quatro tipos de etiquetas operáveis com os dispositivos NFC. Esta é a "espinha dorsal" da interoperabilidade entre os diferentes fornecedores de etiquetas NFC e fabricantes de dispositivos para garantir uma experiência consistente ao utilizador.

As especificações para as etiquetas tipo 1, 2, 3 e 4 fornecem as informações técnicas necessárias para implementar o leitor/escritor e as funcionalidades de controlo associadas dos dispositivos NFC para interagir com as etiquetas. As etiquetas destes 4 tipos são todas baseadas em produtos *contactless* que estão disponíveis comercialmente, sendo representadas na tabela seguinte (Tabela 2.6) [NFS09] [Nir09]:

Tabela 2.6 - Tipos de Etiquetas especificadas pelo NFC Forum [Rou08].

	Tipo 1	**Tipo 2**	**Tipo 3**	**Tipo 4**
Baseia-se na	ISO 14443 A	ISO 14443 A	FeliCa	ISO 14443 A/B
Modos	leitura/reescrita (opção para modo de apenas leitura)	leitura/reescrita (opção para modo de apenas leitura)	leitura/reescrita/ apenas leitura (pré configurado pelo fabricante)	leitura/reescrita/ apenas leitura (pré configurado pelo fabricante)
Memória	96 *bytes*, expansível até 2 Kbytes	48 *bytes*, expansível até 2 Kbytes	variável, limite teórico de memória até 1MByte por serviço	variável, até 32KBytes por serviço
Velocidade da Comunicação	106 kbit/s	106 kbit/s	212 kbit/s ou 424 kbit/s	424 kbit/s
Custo	baixo	baixo	moderado	moderado
Casos de Uso	Etiquetas com pouca memória, para aplicações simples		Etiquetas flexíveis com mais memória, oferecendo capacidades multi-aplicacionais	

2.3.3 Arquitectura

O telemóvel é o dispositivo móvel perfeito para implementar esta tecnologia, isto porque para além do telemóvel ser um dispositivo móvel pessoal (e como foi referido na Introdução), em 2008 cerca de 60% da população mundial possuía um telemóvel, existindo cerca de 4,1 biliões de assinaturas móveis [Chi09].

O subsistema NFC de um telemóvel pode ser decomposto em três componentes, como é ilustrado pela Figura 2.15 [PCV08] [MLKS08] [Saa08]:

- Antena – cria o campo magnético utilizado para a transmissão de dados;
- Chip NFC – gere as comunicações entre o meio de transmissão de dados (antena), o processador das aplicações do telemóvel e o local onde se encontram armazenadas as aplicações (Elemento Seguro);
- Elemento Seguro (SE) – local onde estão armazenadas as aplicações e dados que necessitam de elevados níveis de segurança.

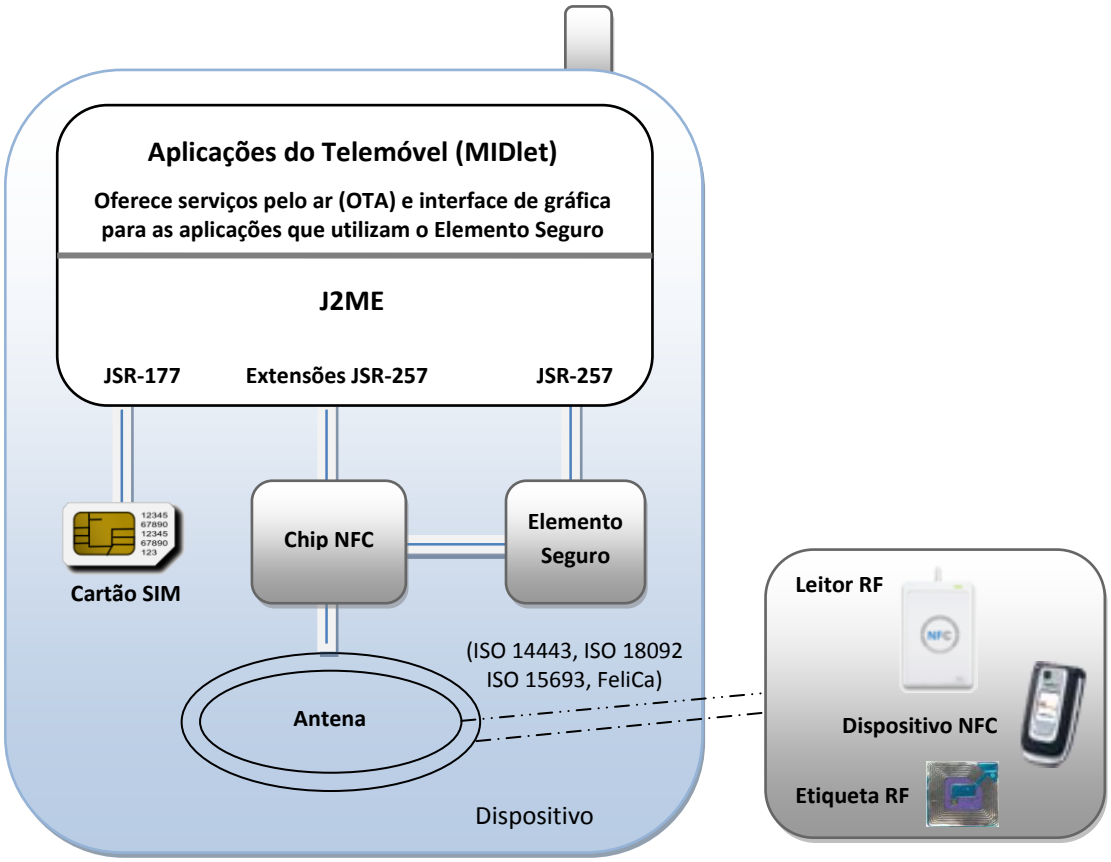


Figura 2.15 - Arquitectura de um Dispositivo NFC [PCV08] [Saa08].

Até a data, existem várias alternativas desenvolvidas ou ainda em desenvolvimento para o SE, que são [SNF09] [INP08] [MLS08] [UNv09]:

- Cartão de memória – torna possível haver aplicações portáveis. Contudo, esta solução apresenta alguns problemas no que respeita à segurança, estando numa fase evolutiva inferior a qualquer uma das outras soluções [PhD08];
- Chip embebido – este chip e o chip NFC estão embebidos no sistema do telemóvel. Esta solução torna mais fácil a adesão do utilizador (uma vez que apenas se torna necessária a troca do telemóvel, mantendo o mesmo cartão SIM). No entanto não funciona sem a bateria e as aplicações não são portáveis;

- UICC – *Universal Integrated Circuit Card* (UICC) mais conhecido por cartão SIM, pode-se dividir em domínios de segurança, permitindo assim que os prestadores de serviços a terceiros gerem e operem os seus serviços independentemente das MNO (*Mobile Network Operators*). A comunicação entre o Chip NFC e o SE presente no USIM (*Universal Subscriber Identity Module*) é feita com recurso ao SWP (*Single Wire Protocol*). Com o USIM será possível tornar as aplicações portáveis e irá funcionar mesmo tendo a bateria fraca. Contudo o utilizador terá uma maior dificuldade em aderir a esta alternativa, uma vez que será necessário não só trocar de telemóvel (se ainda não possuir um que seja compatível com NFC), mas também trocar de cartão SIM. Outra desvantagem é o total controlo proporcionado às MNO sobre a distribuição OTA (*Over-the-Air*) das aplicações. Actualmente os cartões SIM ainda não possuem funcionalidades MiFare, o que é grave uma vez que esta funcionalidade é muito utilizada em toda a Europa através dos cartões inteligentes *contactless*. Apesar de tudo a integração do MiFare nos cartões SIM está planeada para breve [ClaG09] [PBM07] [MNs07].

A Nokia e a Giesecke & Devrient (G&D) concordaram com a criação de uma nova empresa para prestar serviços ao ecossistema NFC, de forma a gerir as aplicações ao longo do ar (OTA) dos telemóveis NFC dos consumidores. Os serviços OTA da nova empresa serão abertos e estarão disponíveis para todos os *stakeholders* no ecossistema NFC, incluindo todos os vendedores de dispositivos. O diagrama da Figura 2.16 ilustra os serviços OTA no ecossistema do NFC [PBA06].

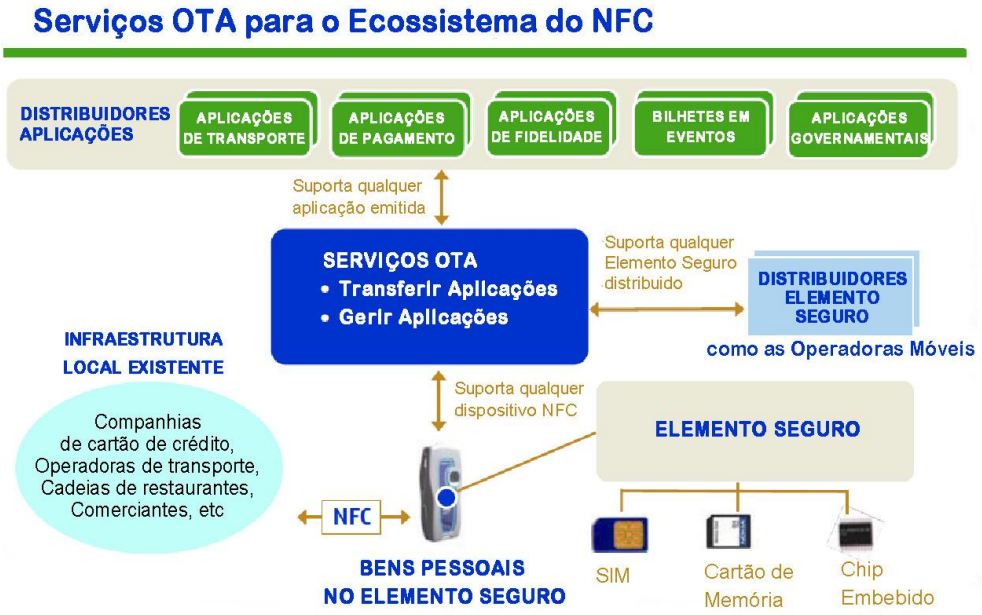


Figura 2.16 - Serviços OTA no ecossistema do NFC. Figura adaptada de [PBA06].

Este empreendimento conjunto irá implementar e operar uma plataforma versátil e segura de serviços, com o fim de gerir as transacções ao longo do ar (OTA) efectuadas pelos dispositivos NFC dos consumidores. Os serviços OTA serão oferecidos a todas as partes envolvidas no ecossistema NFC, onde os operadores móveis e outros prestadores de serviços poderão explorar as oportunidades para colaborar no lançamento de novos serviços para os consumidores.

Os serviços da nova empresa estarão disponíveis e abertos a qualquer dispositivo NFC. A escala global, a neutralidade e a abertura da empresa são alicerces rígidos para a redução de custos dos serviços, beneficiando assim todas as partes interessadas no ecossistema NFC. Os serviços oferecidos pela empresa ajudarão também a harmonizar a forma como as aplicações

são provisionadas para os consumidores, prevenindo assim a fragmentação dos serviços NFC relacionados [PBA06].

2.3.4 Segurança

Assim como um sujeito resolve caminhar através de uma sala cheia de pessoas para ter uma conversa privada com alguém ao invés de gritar para que todos o possam ouvir, o NFC usa o mesmo princípio para interligar dispositivos electrónicos. Este permite ao utilizador trocar todo o tipo de informações com segurança, ao aproximar simplesmente dois dispositivos. A interacção de curto alcance simplifica bastante toda a questão da identificação, uma vez que gera menos "confusão" e "ruído" quando os dispositivos podem "escutar" apenas os seus vizinhos imediatos.

Alguns dos possíveis cenários de aplicação do NFC, como efectuar pagamentos móveis e funcionar como cartão de acesso, entre muitos outros necessitam de elevados níveis de segurança. Isto leva à preocupação extra de assegurar que realmente o NFC é uma tecnologia segura. Quando se pretende efectuar um pagamento via móvel, de modo a aumentar a segurança das transacções, pede-se ao utilizador que introduza uma chave de segurança sempre que necessitar de fazer alguma transacção. Assim, foram identificadas diferentes possíveis tipos de ameaças à comunicação NFC, e recomendações a tomar de forma a solucionar ou pelo menos reduzir essas ameaças [HB06] [MLKS08].

2.3.4.1 Ameaças

Escutas

Como o NFC possui uma interface de comunicação sem fios, é óbvio que as ameaças de "escutas" são uma questão muito importante. A comunicação entre os dispositivos NFC é feita através de ondas RF. Um invasor pode também usar uma antena para receber os sinais transmitidos. Este pode possuir os conhecimentos necessários para descodificar os dados transmitidos do sinal RF recebido. Além disso deve-se assumir que o equipamento necessário para receber e descodificar o sinal está facilmente disponível para o invasor, uma vez que não é necessário qualquer equipamento especial.

Os modos de operação activo e passivo usam diferentes formas para transmitir os dados, sendo muito mais difícil "escutar" em dispositivos que enviam dados no modo passivo. Quando um dispositivo está a enviar dados em modo activo, as "escutas" podem ser feitas até uma distância por volta de 10 metros, enquanto no modo passivo, a distância é significativamente reduzida para cerca de 1 metro.

Corrupção de Dados

O invasor, em vez de apenas "escutar" a comunicação, pode também tentar modificar os dados que são transmitidos. No caso mais simples o atacante apenas quer perturbar a comunicação, para que o receptor seja incapaz de compreender os dados enviados pelo outro dispositivo.

A corrupção dos dados poder ser alcançada com o envio de frequências válidas do espectro de dados no tempo certo. O tempo certo pode ser calculado se o invasor tiver uma boa compreensão dos sistemas de modulação e codificação utilizados. Este ataque ao sistema de segurança não é muito complicado, mas não permite que o invasor possa manipular os dados reais. É basicamente um ataque de negação de um serviço (DoS).

Modificação de Dados

Neste tipo de ameaças, o invasor deseja que o dispositivo receptor receba realmente alguns dados válidos mas anteriormente manipulados.

A viabilidade deste ataque depende altamente da força aplicada na modelação da amplitude. Isto porque a descodificação do sinal é diferente para uma modulação a 100% e uma a 10%. Para a codificação *Modified Miller* com 100% ASK, este ataque é viável para alguns bits e impossível para outros bits, mas para a codificação *Manchester*, com 10% ASK, este ataque é viável em todos os bits.

Inserção de Dados

Este ataque ocorre quando o invasor insere mensagens para o intercâmbio de dados entre os dois dispositivos. Mas isto apenas é possível quando, o dispositivo receptor demora muito tempo para responder. O invasor poderia, então, enviar os seus dados mais cedo do que o receptor válido. A introdução apenas será bem sucedida quando os dados inseridos podem ser transmitidos antes do dispositivo original começar a enviar a resposta. Se ambas as *streams* de dados se sobrepuserem os dados serão corrompidos.

Man-in-the-Middle-Attack

No clássico ataque *Man-in-the-Middle*, duas pessoas querem comunicar entre si, chamados Ana e João, quando são enganadas para uma conversa a três, por um invasor Maria, ver Figura 2.17.

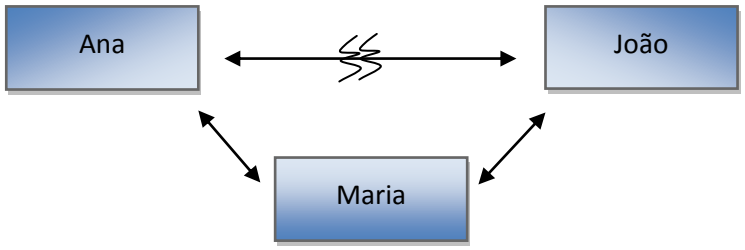


Figura 2.17 - Configuração do ataque Man-in-the-Middle.

Ana e João não devem estar conscientes do facto de que eles não estão a comunicar um com o outro, mas que ambos estão a enviar e receber dados da Maria. Ana e João querem chegar a acordo sobre uma chave secreta que irão usar para estabelecerem um canal seguro. No entanto, como a Maria está no meio, é possível que Maria estabeleça uma chave com a Ana e outra chave com o João. Quando a Ana e o João mais tarde usarem a sua chave para proteger os dados, Maria é capaz de "escutar" a comunicação e também manipular os dados que estão a ser transferidos.

2.3.4.2 Soluções e Recomendações

Escutas

Deve-se notar que o NFC, por si só, não se consegue proteger a ataques de "escutas". É importante assinalar que os dados transmitidos no modo passivo são significativamente mais difíceis de sofrer "escutas", mas usar apenas o modo passivo não é suficiente para a maioria das aplicações que transmitem dados sensíveis. A solução real é estabelecer um canal seguro como será delineado mais à frente na solução "Canal Seguro para o NFC".

Corrupção de Dados

Os dispositivos NFC podem contrariar este ataque enquanto estiverem a transmitir dados, pois podem examinar o campo RF. Se um dispositivo NFC fizer isto será capaz de detectar o ataque. Isto porque a energia que é necessária para corromper os dados é significativamente maior do que a energia que pode ser detectada pelo dispositivo NFC. Assim, todos estes ataques podem ser detectáveis.

Modificação de Dados

É possível proteger a modificação de dados de variadas maneiras, mas a solução recomendada é formar um canal seguro como é descrito na solução "Canal Seguro para o NFC".

Inserção de Dados

Existem três contra-medidas possíveis. Uma delas é fazer com que o dispositivo receptor responda sem nenhum atraso. Neste caso o invasor não pode ser mais rápido do que o dispositivo verdadeiro.

A segunda contra-medida possível é colocar o dispositivo receptor a escutar o canal de comunicação durante o tempo em que está aberto e a focar no ponto de transmissão. O dispositivo poderia então detectar o invasor.

A terceira opção é novamente criar um canal seguro entre os dois dispositivos (ver a solução "Canal Seguro para o NFC").

Man-in-the-Middle-Attack

É difícil fazer um ataque *Man-in-the-Middle* numa ligação NFC. Recomenda-se usar os modos de comunicação activo ou passivo, de modo a que o campo RF seja continuamente gerado por uma das partes válidas.

Além disso, o dispositivo em modo activo deve escutar o campo RF enquanto envia os dados para poder detectar eventuais distúrbios causados por um potencial invasor.

Canal Seguro para o NFC

Estabelecer um canal seguro entre dois dispositivos NFC é claramente a melhor abordagem para se proteger contra ameaças de "escutas" e ataques de "modificação de dados". Isto pode ser feito com muita facilidade porque uma ligação NFC não é susceptível ao ataque *Man-in-the-Middle*.

Um canal seguro pode ser facilmente estabelecido entre dois dispositivos através de um método em que há acordo de uma chave padrão, como o método *Diffie-Helman*. Em seguida, uma chave criptográfica secreta baseada no AES (*Advanced Encryption Standard*) pode ser usada para garantir a confidencialidade, integridade e autenticidade dos dados.

Combinado com um canal seguro, o NFC está protegido contra ameaças de segurança e torna-se uma tecnologia ideal para muitos casos, tais como o uso do pagamento móvel ou emparelhamento de dispositivos [Chen08].

2.3.5 Dispositivos NFC

Nesta secção serão apresentados alguns dos dispositivos (i.e. telemóveis, leitores, etiquetas, adaptadores) NFC existentes actualmente no mercado. Apesar de actualmente existir uma escassez de telemóveis NFC, prevê-se que estes, a partir de meados de 2009, comecem a ser lançados no mercado em maior quantidade, sendo previsível que praticamente todos os telemóveis, num futuro próximo, venham a incorporar a tecnologia NFC [MMT09].

Nokia 6131 NFC

Figura 2.18 - Nokia 6131

No início de 2007 a Nokia lançou o primeiro telemóvel NFC totalmente integrado: o Nokia 6131 NFC (Figura 2.18). O SDK (*Software Development Kit*) para Java ME (4.1.1 Java ME) está disponível gratuitamente. O próprio telemóvel suporta os três modos de operação (emulação de cartões, leitura/escrita, e ponto-a-ponto). O SDK fornece uma implementação completa do JSR257 e um subconjunto de JSR177. O chip NFC no interior é da NXP Semiconductors, enquanto o Elemento Seguro é um G&D (Venyon) [Dev09].

Nokia 6212 Classic NFC

Figura 2.19 - Nokia 6212 Classic

O Nokia 6212 Classic (Figura 2.19) é o telemóvel NFC mais recente da Nokia, lançado em 2008. Uma das vantagens relativamente a outros é o design da antena, em que não é necessário tocar o telemóvel num ponto específico. Basta colocar o telemóvel perto de um cartaz inteligente, etiqueta, ou outro dispositivo, e irá provocar uma reacção. O Nokia 6212 Classic necessita de ter o visor ligado para ser possível interagir com outros dispositivos NFC, evitando assim que o telemóvel possua sempre a funcionalidade NFC ligada, o que permite poupar a energia da bateria. Este dispositivo usa um Elemento Seguro interno como o do Nokia 6131. Actualmente é o telemóvel NFC mais comercializado, custando cerca de 200€ [Dev09].

Nokia 6216 Classic NFC

Figura 2.20 - Nokia 6216 Classic

O Nokia 6216 Classic NFC (Figura 2.20) será o próximo telemóvel NFC a ser lançado pela Nokia. Estará disponível a partir do terceiro trimestre de 2009 por cerca de 150€. Este telemóvel é muito semelhante ao Nokia 6212 Classic, mas o Elemento Seguro está integrado no cartão SIM (2.3.3 Arquitectura). Isto permitirá manter as informações de cartões de crédito e outras de forma segura no SIM e ser um incentivo para que esta tecnologia se torne mais generalizada [NTT09].

Nokia 3220 + NFC Shell

Figura 2.21 - Nokia 3220

O Nokia 3220 (Figura 2.21) - o primeiro telemóvel NFC disponível comercialmente - foi lançado nos finais de 2004. O módulo NFC foi integrado na capa removível do telemóvel. Existem diferentes edições da capa, uma com o SE e outra sem o SE. O SDK com as funcionalidades do Elemento Seguro e do NFC não está disponível ao público. O SDK contém uma implementação básica do JSR257 e uma implementação proprietária do acesso ao SE. A plataforma NFC no interior do telemóvel vem da NXP Semiconductors. Actualmente deixou de ser comercializado [Dev09].

Sagem my700X

Figura 2.22 - Sagem my700X

Disponível desde Fevereiro de 2006 [Sag09]. O telemóvel Sagem my700X (Figura 2.22) vem com um chip NFC no seu interior. Este chip tem como principal característica o facto de que, mesmo quando está sem bateria, ser possível efectuar transacções NFC. Esta característica é chamada de "bateria desligada". O cartão SIM Gemalto é ligado através de SWP (*Single Wire Protocol*) ao chip NFC, e neste caso actua como o SE. Este dispositivo não é destinado a venda em massa no mercado, não sendo actualmente comercializado ao público, tendo sido utilizado em testes piloto do NFC [Dev09].

Samsung SGH-X700n

Figura 2.23 - Samsung SGH-X700n

O Samsung SGH-X700n (Figura 2.23) é a edição NFC do telemóvel SGH-X700. O telemóvel vem com uma plataforma NFC da NXP Semiconductors no seu interior, permitindo todos os três modos de operação. O SDK é proprietário. Este telemóvel foi utilizado no ensaio em Hagenberg (2.3.6.1 Mercado Internacional - Pagamento móvel e P2P – Áustria). Este dispositivo não se destina à venda em massa no mercado. Já deixou de ser comercializado [Dev09].

Adaptador WDI SDiD 1020

Figura 2.24 - WDI SDiD 1020

O WDI SDiD1020 (Figura 2.24) é um cartão SDIO (*Secure Digital Input Output*) que está disponível desde 2005 e fornece funcionalidades NFC para PDAs com o sistema operativo Windows Mobile. Os cartões SD (*Secure Digital*) vêm com uma API proprietária que possui os três modos de operação permitidos. O circuito integrado nos cartões SD é um produto da NXP [Dev09] [WDr05].

Benq T80

Figura 2.25 - Benq T80

O Benq T80 (Figura 2.25) é o primeiro *smartphone* equipado com NFC que utiliza o sistema operativo Windows Mobile 6. Este vem equipado com um chip NFC da NXP e utiliza um cartão SD como Elemento Seguro para guardar dados sensíveis. O telemóvel foi apresentado em 2007 e foi utilizado numa experiência piloto na Austrália nos inícios de 2008. Este telemóvel é comercializado actualmente, custando cerca de 308€, já com dois cartões SD [Dev09] [OP09] [Pro09].

Motorola L7 (SLVR)

Figura 2.26 - Motorola L7 (SLVR)

Esta edição do Motorola L7 (Figura 2.26) vem equipada com tecnologia NFC *contactless*. O fabricante está também a trabalhar num novo modelo para ser utilizado numa experiencia piloto na Alemanha. A experiência utiliza um cartão SIM (Tipo A) da G&D. Este dispositivo não foi fabricado com intenções de comercialização em massa [Dev09].

Samsung D500E

Figura 2.27 - Samsung D500E

O Samsung SGH-D500E (Figura 2.27) foi o primeiro telemóvel NFC apresentado (CeBIT 2005). Este dispositivo foi utilizado nos anos 2005/06 durante a experiência do NFC em Caen. O chip NFC, assim como o Elemento Seguro deste telemóvel, foram produzidos pela NXP [Dev09].

Adaptador With me

Figura 2.28 - With me

"With me" (Figura 2.28) é um dispositivo Bluetooth recente, fabricado pela Cell Idea, que permite acrescentar a funcionalidade NFC a qualquer telemóvel com Bluetooth. Utiliza um chip embebido como Elemento Seguro para aplicações que necessitam de segurança. Suporta os três modos de operação (P2P, leitura/escrita, emulação de cartões). Actualmente ainda não é comercializado, mas já foi anunciado com preço reduzido (cerca de 18,50€) [ClaC09].

Chip Microread

Figura 2.29 - Chip Microread

A INSIDE Contactless fabricou o Microread (Figura 2.29), um chip inovador da próxima geração dos chips RF, que utiliza NFC para transacções e interacções próximas. Incorporado em telemóveis ou dispositivos electrónicos permite operá-los como leitores RF e emular cartões inteligentes para cobrir a vasta gama de aplicações NFC [ICC09].

Leitor ACR122 NFC

Figura 2.30 - ACR122 NFC

A *Advanced Card Systems Ltd* lançou o primeiro leitor de cartões NFC compatível com a norma CCID (*Chip Card Interface Device*), o ACR122 NFC (Figura 2.30) leitor de cartões inteligentes *contactless*. Este permite ler e escrever em cartões inteligentes *contactless* e liga-se ao PC via USB. Foi desenvolvido na frequência 13.56 MHz (RFID) e segue as normas ISO/IEC 18092 para o *Near Field Communication*, suportando não só os cartões MiFare ISO 14443 A e B mas também tecnologias *contactless* FeliCa. É comercializado desde os finais de 2007, sendo o preço actual cerca de 78€ [SCD09] [NRW08].

Leitor NFC Encoder

Figura 2.31 - NFC Encoder

NFC Encoder (Figura 2.31) é um compacto dispositivo USB (para computadores) de leitura/escrita RFID para soluções *Near Field Communications* (NFC). O leitor pode ser utilizado para diversas aplicações RFID e NFC como POS e troca de dados com etiquetas e telemóveis NFC. O dispositivo pode ser usado para a instalação de *applets* Java Card no Elemento Seguro dos telemóveis NFC. O seu preço é de cerca de 185€ [NRW09].

Leitor Macally eNetMouse

Figura 2.32 - Macally eNetMouse

O Macally eNetMouse (Figura 2.32) é integrado com o modo leitura/escrita de NFC e apoia o Macally eNetCard (Philips, norma MiFare) e muitos outros cartões de crédito e dispositivos RFID/NFC. A Macally eNetCard fornece uma verificação da autenticação e fornece uma identidade na internet exclusiva para o utilizador. A plataforma de desenvolvimento de aplicações RFID também permite que engenheiros de software possam desenvolver e publicar eficientemente aplicações RFID com o Macally eNetMouse. Este está disponível comercialmente custando cerca de 30€ [Mew09] [eNe09].

Etiqueta Trikker CT50

Figura 2.33 - Trikker CT50

Etiquetas RFID personalizadas compostas com NFC/RFID, podem ser utilizadas em diversas aplicações de identificação. Trikker CT50 (Figura 2.33) possui um adesivo permanente no seu verso, o que torna fácil para o prender a superfícies não metálicas. Estas etiquetas são também adequadas para várias soluções NFC ao ar livre. Está disponível comercialmente, sendo possível comprar 100 peças por 250€ [NT09].

2.3.6 Soluções existentes e Ensaios do NFC

Desde o aparecimento da tecnologia NFC em 2002, e até a actualidade, têm sido efectuados vários ensaios do NFC por todo o mundo. Alguns telemóveis NFC foram utilizados unicamente durante esses ensaios, não sendo assim comercializados para o público em geral (e.g. Motorola L7 SLVR e o Samsung D500E). Em 2008 havia mais de 65 projectos NFC, que tinham como âmbito ensaios ou implementações comerciais a nível mundial. Estes têm demonstrado uma forte aprovação e acolhem um *feedback* bastante positivo dos utilizadores participantes (ver Figura 2.34). As principais áreas em que se inserem os projectos NFC desenvolvidos são o pagamento móvel e os sistemas de bilhética móvel [NFo08].

Figura 2.34 - Projectos NFC desenvolvidos por todo o mundo. Figura adaptada de [Sio09].

Tabela 2.7 - Variedade de aplicações em se inserem os projectos NFC desenvolvidos [NFo08].

Lugar	Bilhética Transporte	Pagamento	Acesso	Bilhética Eventos	Etiquetas Inteligentes/Outros
Áustria		x	x		
China	x	x			
França		x			
Alemanha	x				x
Malásia		x			
Holanda		x		x	
Correia do Sul	x	x			x
Tailândia		x			
Reino Unido				x	x
EUA	x	x		x	x
Austrália	x				

A Tabela 2.7 ilustra a variedade de aplicações em que estão inseridos os projectos NFC desenvolvidos mundialmente.

Seguidamente serão apresentadas alguns dos mais significativos projectos NFC desenvolvidos, que ocorreram ou estão a ocorrer, um pouco por todo o mundo. Estes projectos tanto podem ser ensaios como podem ter fins comerciais.

2.3.6.1 Mercado Internacional

Bilhética móvel – Alemanha

A primeira implantação comercial da tecnologia NFC foi em inícios de 2005, quando uma empresa de transportes públicos alemã, Rhein-Main Verkehrsverbund (RMV), realizou uma iniciativa, sob a forma de um ensaio, que durou cerca de 10 meses. Este ensaio ocorreu na cidade de Hanau, na qual 160 passageiros utilizaram telemóveis NFC para pagar as viagens nos autocarros, participando cerca de 200 autocarros. O sistema foi construído em cima de um sistema RFID e teve resultados promissores, nos quais mais de 90% dos participantes sentiram que o sistema era bastante útil [Col06].

Pagamento móvel – França

Em Outubro de 2005, a France Telecom escolheu Caen como o palco para o primeiro ensaio mundial em larga escala da tecnologia NFC, possibilitando às pessoas realizar transacções diárias directamente através dos seus telemóveis [FTt05] [CoC05].

Durante um período de seis meses, 200 clientes locais da operadora móvel Orange, testaram um telemóvel Samsung D500E (Figura 2.27) equipado com um chip NFC. Os clientes foram capazes de fazer pagamentos com os seus telemóveis NFC em lojas pertencentes à rede Cofinoga, e utilizar parques de estacionamento Park Vinci, assim como obter informações sobre as principais atracções turísticas da cidade.

Área da Saúde – Cambridge Consultants

A Cambridge Consultants revelou, em Agosto de 2006, um dispositivo médico com um conceito inovador, que faz a gestão dos diabetes e utiliza comunicação NFC para integrar um glicosímetro e uma bomba de insulina. O dispositivo protótipo, desenvolvido em conjunto com a Philips, demonstra como o NFC pode ser explorado de forma a simplificar o tratamento de milhões de diabéticos em todo o mundo, e poderá ser o primeiro de uma nova geração de dispositivos médicos que utilizam NFC [Cwt06].

Pagamento móvel, Bilhética móvel – Inglaterra

Entre 2006 e 2007, o clube de futebol Manchester City realizou com êxito um ensaio dum sistema de bilhética móvel, mas não pode oferecer o serviço a todos os seus adeptos até que sejam desenvolvidas as próximas gerações de telemóveis NFC e que estes sejam comercializados em grande massa [Dri07].

A *Premiership Club* equipou 30 fãs no inicio da época com telemóveis NFC para armazenar informações dos bilhetes e abrir as portas do estádio quando aproximados do terminal NFC.

Segundo Duncan Martin (dirigente do clube inglês), a experiência provou que a tecnologia tem futuro e o feedback dos fãs de todas as idades foi positiva:

> "*The trial proved the technology works and the feedback from fans of all ages has been positive*" [Dri07].

Cartazes Inteligentes – Inglaterra

Em Agosto de 2007 foi lançada em Londres uma das mais inovadoras e recentes experiências piloto do NFC. Durante o ensaio de três meses, passageiros seleccionados, frequentadores do metro de Blackfriars, puderam consultar mapas, direcções e conselhos de viagem em tempo real, apenas aproximando os seus telemóveis NFC de cartazes inteligentes. Ao tocar num cartaz inteligente poderiam consultar a sua localização exacta e informações diversas, inclusive sobre como chegar à próxima etapa da viagem, quanto tempo iria demorar e o tempo de chegada do próximo serviço de transporte. Estes cartazes inteligentes são ecológicos, uma vez que não requerem uma fonte de energia, sendo alimentados por indução a partir do telemóvel NFC [Sps07].

Este projecto denominou-se de VORTIX (*Visualization of Real-time Transport Interchange*) e envolveu a instalação de 19 cartazes inteligentes na estação Blackfriars LU e nas suas redondezas.

Nick Knowles, director técnico da Kizoom, (uma das empresas colaboradoras), disse que o NFC fornece aos utilizadores formas simples de interagir através dos serviços móveis, úteis para o lugar em que se encontram e para o que pretendem fazer:

> "*NFC gives users simple triggers in their physical environment with which to engage with mobile services highly relevant to where they are and what they are doing*" [Sps07].

Tabela 2.8 - Ensaios SmartTouch [Npc09].

Domínio das Aplicações	Casos Piloto	Descrição
Vida Citadina	Gestão de acessos via Móvel	Utilização dos telemóveis para o acesso a instalações públicas.
	Estacionamento inteligente	Pagamento simples do estacionamento com recurso a etiquetas.
	NFC no Teatro da cidade de Oulu	Compra do bilhete de teatro e verificação P2P à entrada.
	Restaurante Pannu	Possibilidade de ver o menu do almoço e encomendar comida.
	Casa pública Leskinen	"*Checking in*", informações da cerveja, etc. Serviços comunitários.
	Sistemas de bilhética para autocarros	Uso do telemóvel como bilhete de autocarro.
	Informações de entretenimento	Etiquetas que fornecem acesso directo a conteúdo da internet.
	Amazing NFC	Jogo de Aventura destinado a adolescentes, para aprenderem episódios da cidade.
	RMV Handyticket	Extensão do ensaio do transporte público até a área de Frankfurt.
Casa	Informações em cartaz para os alunos	Transferência de informação escolar.
	Informações na TV para os alunos	Produção de conteúdos e canais para os alunos.
Áreas Bem-estar	Serviço de refeição para idosos	Clientes idosos encomendam pelo menu a próxima refeição diária.

Cartazes Inteligentes, Bilhética móvel, Pagamento Móvel – União Europeia

Pode-se dizer que o projecto SmartTouch foi o maior esforço feito, em todo o território da União Europeia, num ensaio da tecnologia NFC. Ocorreu desde 2006 ao final de 2008. O projecto reunia 23 parceiros de oito países diferentes e foi coordenado pela *VTT Technical Research Centre* na Finlândia [STB09]. O projecto SmartTouch estudou os cenários da vida citadina, em casa e em áreas de bem-estar. Todos os ensaios do projecto SmartTouch podem ser vistos na Tabela 2.8.

Pagamento móvel – Ásia

A Ásia é a região que mais tem adoptado a tecnologia NFC até à data, sendo o Japão provavelmente o mercado com maior número de utilizadores da região, com a operadora móvel NTT DoCoMo "*osaifu keitai*" (significa telemóvel com funcionalidades de carteira) considerada uma das mais interessantes utilizações da tecnologia [Bes08].

O cartão Octopus em Hong Kong é um cartão de crédito que pode ser recarregado pelos utilizadores, e que pode ser gasto no sistema de transportes ou em retalhistas.

Como o Octopus é apenas mais um cartão para a maioria dos residentes de Hong Kong, o Japão prefere integrar as carteiras nos telemóveis. A NTT DoCoMo, a maior operadora japonesa, está a tentar levar avante esta iniciativa, e para tal criou um sistema que permite aos utilizadores ir às compras ou retirar dinheiro do seu cartão de crédito apenas acenando o seu telemóvel num leitor NFC. Actualmente a NTT DoCoMo possui, por todo o Japão, mais de 50 milhões de assinaturas móveis que suportam NFC [Met09].

Pagamento móvel - Austrália

O primeiro ensaio do NFC na Austrália foi um sucesso. A Telstra, juntamente com a Visa e a NAB (*National Australia Bank*), refere que os participantes, durante os três meses de ensaio em Melbourne, deram um *feedback* muito positivo sobre a tecnologia, incentivando assim as empresas a trabalhar em direcção a um lançamento comercial do NFC [ClaA09].

Os três meses de ensaio, parte da iniciativa da *GSM Association's Global Pay-Buy-Mobile*, começaram em Agosto de 2008, em Melbourne's Docklands, e foi concebido como ensaio de forma a provar o conceito do *Single Wire Protocol* (SWP) para o NFC.

Os consumidores foram equipados com um telemóvel e um cartão SIM da Telstra para o qual eles transferiam (via OTA) uma aplicação de cartão de crédito da Visa NAB. Eles puderam então usar o telemóvel para efectuar a compra de bens e serviços num valor até cerca de 27€ em leitores activos da Visa payWave, nos comerciantes que participaram. O custo das compras era de seguida recuperado para a sua conta do cartão de crédito Visa NAB. De acordo com as empresas, a experiência foi um tremendo sucesso:

> "*The trial exceeded expectations, with a clear consumer demand emerging for contactless mobile payments and services during the trial, leading the three organizations to continue to explore opportunities in this area in the next few years*" [ClaA09].

Os consumidores envolvidos neste ensaio forneceram um *feedback* extremamente positivo [ClaA09]:

- 90% dos participantes ficaram muito satisfeitos ou extremamente satisfeitos com o sistema de pagamento móvel sem contacto;
- 95% dos participantes disseram que provavelmente ou muito provavelmente iriam utilizar esta tecnologia no futuro;
- 78% dos participantes disseram que efectuar o pagamento com o seu telemóvel era

melhor que pagar a dinheiro;

- Os comerciantes participantes neste ensaio também deram um *feedback* positivo, reportando que o pagamento móvel efectuado pelos participantes era mais rápido, eficiente e uma maneira mais conveniente para servir os clientes.

Bilhética móvel, Pagamento móvel – Itália

Em Setembro de 2008 a TIM (*Telecom Italia Mobile*), considerada a maior empresa de telecomunicações de Itália, escolheu a *Gemalto*, empresa especializada em segurança digital, para implantar na província de Trento um grande projecto no transporte público utilizando NFC. Assim, qualquer cliente desta operadora pôde apanhar um autocarro e pagar a sua passagem apenas aproximando o telemóvel NFC de um terminal. Este sistema possui benefícios indiscutíveis para todos os participantes envolvidos. Para os passageiros, além da cómoda passagem, facilita a compra dos bilhetes, uma vez que estes podem ser adquiridos em qualquer lugar e momento através do telemóvel NFC. Para as operadoras de transporte, é um meio de diminuir os gastos com a emissão de bilhetes, plásticos e até fraudes [Ipm08].

Pagamento móvel e P2P – Áustria

Esta experiência do NFC em Hagenberg, na Áustria, começou em Novembro de 2006 e prolongou-se até Julho de 2007. Cerca de 75 utilizadores (50 estudantes e 25 professores e funcionários da *University of Applied Sciences Of Upper Austria*) obtiveram um telemóvel NFC para testar e avaliar os serviços implementados. O dispositivo NFC escolhido foi o Samsung SGH-X700n (Figura 2.23) [NTH09] [NiR07] [Mad08].

Quatro aplicações foram implementadas [NTH09]:

- Sistema de pagamento (MiFare/JCOP);
- Sistema de acesso (MiFare);
- Cartão de fidelidade para empregados (MiFare);
- Serviço de informações (P2P).

Eles tinham a seguinte infra-estrutura NFC montada na universidade [NTH09]:

- 74 portas para laboratório equipadas com leitores NFC;
- 1 garagem equipada com a tecnologia NFC;
- 2 cafetarias aceitando pagamento pelo telemóvel NFC;
- 3 máquinas de café aceitando pagamento pelo telemóvel NFC;
- 1 máquinas de bebidas com NFC;
- 2 terminais P2P para troca de informações;
- 3 terminais para funcionalidades de fidelização.

O pagamento móvel foi uma das aplicações mais utilizadas, verificando-se especialmente nas máquinas de café. Outro resultado obtido é que a velocidade das transacções é muito importante. Um terminal de informações que consegue sincronizar com o telemóvel as últimas notícias e menus da gastronomia local é uma grande ideia, mas a transferência dos dados é demasiada lenta. O NFC só funciona bem se tudo acontecer instantaneamente – "*touch & go*". Transferir um vídeo através da tecnologia NFC, segurando o telemóvel junto a um cartaz inteligente durante meio minuto não é uma grande experiência de utilização. Para se transferir grandes quantidades de dados é melhor utilizar o NFC de forma a criar uma outra ligação de dados, como por exemplo para efectuar o emparelhamento de uma ligação Bluetooth [Mad08] [NiR07].

Bilhética móvel – Áustria

No início de 2009, a Mobilkom Austria desenvolveu um serviço NFC em conjunto com a operadora ferroviária ÖBB. O novo chip NFC é baseado na norma internacional da interoperabilidade VDV-KA e foi integrado na plataforma de bilhética móvel da Mobilkom Austria [MAd09].

Os bilhetes podem ser validados pelo simples tocar dos telemóveis NFC dos passageiros e dos condutores. Portanto, não é mais necessário digitar um código SMS existente anteriormente para validar a transacção, melhorando consideravelmente a eficiência do serviço.

O projecto-piloto, a ser realizado em meados de 2009, irá envolver 100 clientes teste e 100 revisores, que vão testar a nova aplicação NFC nas rotas Viennaa-Krems e Vienna-Gmünd, utilizando telemóveis NFC Nokia 6212 Classic (Figura 2.19) durante três meses. O *feedback* dos utilizadores será utilizado de forma a melhorar no futuro os serviços NFC.

Bilhética móvel, Pagamento móvel – EUA

Entre 10 de Janeiro de 2007 e 30 de Abril de 2007, a Citi, MasterCard, Cingular e a Nokia organizaram o primeiro ensaio da tecnologia NFC na cidade de Nova Iorque. Durante este ensaio foi possível aos utilizadores utilizar o telemóvel com o software PayPass para pagar as tarifas nas estações de metro, assim como ver e transferir conteúdo de cartazes inteligentes para o seu telemóvel NFC, como *trailers* de filmes, *wallpapers* e toques [AtT07].

De acordo com a MasterCard, a última peça do puzzle para os pagamentos móveis *contactless* nos Estados Unidos da América é a disponibilização comercial em grande massa de telemóveis NFC por parte das operadoras móveis e transportadoras [But09].

Os dados provenientes da utilização da plataforma MasterCard PayPass demonstram não só a procura dos utilizadores pelos pagamentos *contactless*, mas também a continuação da mudança no sentido dos pagamentos electrónicos, com os dados recentes a indicar que 41% dos consumidores actualmente utilizam menos o dinheiro tradicional do que há dois anos atrás.

O PayPass e outras plataformas de pagamento *contactless* proporcionam actualmente uma alternativa ao pagamento em "dinheiro vivo". Os consumidores já não precisam de transportar dinheiro e moedas, passar um cartão, ou mesmo assinar um recibo quando efectuam compras inferiores a $25 US [Che09]. Apenas é preciso passarem os seus cartões convencionais, *key fob* ou até mesmo os seus telemóveis NFC (instalados com o PayPass) pelos leitores, que têm para cima de 141.000 locais de comerciantes participantes por todo o mundo.

Segundo Cathleen Conforti, gerente do produto PayPass da MasterCard Worldwide, o objectivo é substituir o dinheiro tradicional, e de acordo com os utilizadores, cerca de 77% das pessoas dizem que estão a usá-lo de forma a evitarem andar com dinheiro. Em Nova Iorque é possível, num táxi, pagar a viagem com um simples toque do seu telemóvel NFC no leitor, em vez de terem de verificar se tem dinheiro trocado suficiente para pagar a conta [But09].

> "*The objective is to displace cash, and from what we've seen, it's working, with 77 percent of consumers saying they are using it to displace cash," she said. "In a New York City taxi, instead of constantly asking if you have exact change or a bill less than a 20, consumers can tap to pay and add a tip with the push of a button*" [But09].

Existem uma série de ensaios e implementações do PayPass actualmente a decorrer em 28 países distintos, incluindo: Austrália, Canada, China, Republica Checa, França, Alemanha, Indonésia, Itália, Japão, Coreia, Líbano, Malásia, México, Mongólia, Filipinas, Polónia,

Roménia, Rússia, Sérvia, Eslováquia, Espanha, Suíça, Tailândia, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos da América [But09].

Pagamento móvel – EUA

Em 2009, a MasterCard desenvolveu em parceria com a Blaze Mobile uma nova etiqueta para telemóvel, que permite ao utilizador efectuar pagamentos quando a passa por um leitor específico. Esta etiqueta consiste num autocolante baseado na tecnologia NFC que pode ser colado no telemóvel para efectuar pagamentos em locais onde existam leitores de PayPass.

Inicialmente a tecnologia apenas estará disponível nos EUA, onde os utilizadores terão de carregar a etiqueta com dinheiro de modo a poderem utilizá-lo nas transacções [Mle09].

Pagamento móvel, Marketing – EUA

Recentemente, foi realizado um ensaio do NFC que envolveu a processadora de pagamentos *First Data*, a *Sprint* (empresa americana de telecomunicações que produz telemóveis NFC) [Jur08], o sistema de transportes da área da baía de São Francisco BART (*Bay Area Rapid Transit*) e a cadeia de hambúrgueres *Jack in the Box*, tendo sido considerado um sucesso para o comércio móvel [Kha09].

Este ensaio foi o primeiro do seu género que aconteceu em São Francisco, combinando num único telemóvel vários tipos de pagamento, marketing e gestão de contas. Cerca de 230 utilizadores regulares do sistema de transportes BART, receberam telemóveis NFC Sprint activos pelo período dos 4 meses de ensaio (desde Janeiro de 2008 a fins de Maio).

Este ensaio foi considerado um sucesso por várias razões:

- Ambos os estudos qualitativos e quantitativos afirmam que este ensaio atingiu e superou as expectativas.
- Os dados mostram que os participantes tiveram perto das 9000 viagens no BART durante o ensaio. O que representa uma média de 50 viagens por participante.
- Os participantes recarregaram o saldo do seu cartão BART mais de 800 vezes, utilizando os seus telemóveis NFC, com uma média de cinco recarregamentos por participante.
- Mais de 80 por cento dos participantes indicaram que a aplicação da carteira móvel foi fácil de utilizar.

2.3.6.2 Mercado Nacional

Em Portugal, a tecnologia NFC ainda está numa fase muito embrionária, sendo que os primeiros projectos começaram a surgir em meados de 2008. Os projectos que surgiram até à data serão apresentados seguidamente, e estão inseridos no domínio do pagamento móvel e bilhética móvel.

Bilhética móvel – Portugal

Em meados de 2008, a Link Consulting deu a conhecer o projecto Parquímetro Digital. Este projecto surge totalmente baseado na solução SmartPARKING, uma evolução da linha de produtos SmartCITIES, que se destina aos operadores e organizações com responsabilidades na gestão de espaços de estacionamento urbano, de parques fechados ou de ruas [Sar08].

A Link acredita que o Sistema Integrado de Gestão e Optimização de Parqueamentos traz

vários benefícios para o cidadão, para as entidades que regulam o estacionamento e para as autarquias. Do ponto de vista funcional, o cidadão acede ao Parquímetro Digital quando interage com um terminal existente na zona de estacionamento, através do seu telemóvel NFC, da internet ou de um cartão inteligente.

O investimento por parte de um cliente neste sistema torna-se marginalmente mais elevado quando equiparado com a aquisição de parquímetros normais. Mas ao investir numa solução de gestão mais optimizada permite a retenção de novas receitas e uma redução dos custos operacionais por parte dos operadores de parques, o que justifica totalmente o investimento mais elevado.

Este projecto integra múltiplas tecnologias, desde os cartões inteligentes (Calypso, MiFare, entre outros), a telemóveis NFC, POS bancários, parquímetros, quiosques e barreiras de acesso aos parques.

Pagamento móvel – Portugal

O grupo Les Mousquetaires prepara-se para implementar nas suas lojas, ainda este ano (2009), pagamentos *contactless* através da tecnologia NFC. Em termos práticos o cliente terá que passar o telemóvel NFC por um leitor, e inserir os valores a serem debitados na sua conta [Fri09].

Apesar da tecnologia se encontrar ainda em poucos dispositivos no mercado, o grupo acredita que existirá uma massificação durante o segundo semestre de 2009. Desta forma, as lojas Intermarché serão equipadas com terminais NFC, fornecendo uma nova e simples forma de pagamento aos seus clientes.

2.3.7 Futuro

A tecnologia NFC vem tentar responder aos pedidos dos utilizadores mais exigentes, uma vez que estes estão sempre em busca de formas mais fáceis de interagir com o seu ambiente imediato, facilitando a comunicação entre aparelhos electrónicos, e permitindo o acesso a uma nova gama de serviços.

A visão de futuro do NFC Forum é permitir que os utilizadores acedam a conteúdos e serviços de uma forma intuitiva. Para concretizar esta visão, as empresas Nokia, Philips e Sony convidaram outras empresas líderes de diversos sectores a participarem no NFC Forum. Com o apoio de todos estes "poderosos" membros mundialmente conhecidos, pode-se considerar o NFC uma tecnologia com um futuro muito promissor. De seguida serão destacadas algumas citações sobre o NFC de representantes de empresas como a Nokia, Philips e a Sony.

> "Na Philips, o nosso foco é proporcionar aos consumidores fácil acesso à informação, entretenimento e serviços – e o NFC faz exactamente isso", explica Scott McGregor, presidente e executivo chefe da Philips Semiconductors [Ber04].
>
> "A Nokia considera as interacções com base no toque, viabilizadas pela tecnologia NFC, como uma maneira elegante de materializar a nova visão da Nokia – A Vida Móvel", diz Pertti Korhonen, director de tecnologia e vice-presidente sénior da Nokia. Pertti Korhonen ainda acrescenta que o toque "… não apenas ampliará a experiência de utilização de serviços actuais mas também criará aplicações e valores totalmente novos. A perspectiva da Nokia é de trabalhar com os outros participantes do NFC Forum para trazer essa nova e fascinante experiência aos utilizadores no mundo móvel" [Ber04].
>
> "A Sony posiciona o NFC como uma nova forma de tecnologia para interfaces de utilizador em produtos electrónicos de consumo, e estimulará vigorosamente a

> integração da tecnologia NFC em numerosos produtos numa ampla variedade de sectores", diz Teruaki Aoki, vice-presidente executivo sénior da Sony Corporation. "As actividades do NFC Forum irão concentrar-se em garantir a interoperabilidade com diferentes aparelhos, o que será crucial para a elevada aceitação da tecnologia NFC – e a Sony participará proactivamente desses esforços" [Ber04].

O NFC é uma tecnologia muito recente e, como qualquer nova tecnologia, precisa de uma infra-estrutura para trabalhar, pelo que o processo global para a sua adopção tem sido lento. Existem na Ásia zonas onde é possível efectuar pagamentos via telemóvel e soluções para sistemas de bilhética móvel, mas não estão uniformizados; enquanto na América do Norte e Europa, os serviços têm sido maioritariamente utilizados em diferentes ensaios piloto. É essencial para a adopção e crescimento da tecnologia NFC que exista interoperabilidade e consistência entre todos os dispositivos.

Os telemóveis NFC estão a emergir no mercado, e em 2007 as remessas atingiram os 32 milhões de unidades, ou seja, 3% dos telemóveis a nível mundial suportavam NFC. No entanto, em seguimento dos vários projectos NFC liderados pelas operadoras Americanas e Europeias, seguido da queda do custo do chip NFC e do incremento do número de telemóveis NFC, perspectiva-se que a tendência de integração do NFC em telemóveis deva ascender a partir de 2010, e que a uniformização da tecnologia ocorra a partir de 2012. Em 2012 a expansão da tecnologia deve atingir cerca de 14% dos dispositivos móveis, e a América do Norte e a Europa Ocidental deverão estar fortemente equipadas com dispositivos electrónicos NFC [MMT09].

Como é possível inferir do tópico 2.3.6 (Soluções existentes e Ensaios do NFC), de momento apenas as aplicações de pagamento e bilhética móvel foram ganhando tracção no ecossistema móvel, com as operadoras móveis a realizar os principais ensaios a nível mundial.

A uniformização tem sido, até a data, um dos principais obstáculos a ultrapassar para o desenvolvimento desta tecnologia. No entanto, o facto de presentemente mais de 150 empresas serem membros do NFC Forum, para além da aceitação pela indústria das normas NFC criadas pela associação GSM (*Global System for Mobile Communications*) e ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*), veio dar um forte impulso na adopção geral da tecnologia NFC.

A falta de um modelo de negócio global que abranja os pontos de vista dos operadores móveis, bancos e outros elementos presentes na cadeia de valor móvel, tem sido outra das principais barreiras para a integração da tecnologia NFC nos telemóveis. Estes elementos têm vindo a desenvolver até agora os seus melhores modelos de negócio de modo a implementar serviços comerciais móveis.

O crescimento da utilização do NFC tem sofrido ainda do popular problema do ovo e da galinha: uma vez que não existem serviços NFC de base, os consumidores não procuram os telemóveis equipados com NFC, e assim os fabricantes não os oferecem. Isto leva à inexistência de um incentivo para os fornecedores de infra-estruturas criarem soluções NFC com valor acrescentado para os utilizadores. O modelo de negócio é o elemento crítico na evolução do NFC. Todos os intervenientes têm de possuir algum interesse (ou necessidade) em adoptar a nova tecnologia antes que possa ser estabelecida. Neste sentido, a adopção do NFC será mais uma questão do modelo de negócios do que técnica, de aceitação por parte do utilizador, ou de possíveis problemas relativos à segurança.

Embora a proliferação desta tecnologia seja mais lenta do que estava inicialmente previsto, isto não significa que não produzirá, a médio/longo prazo, um grande impacto no mercado mundial. Pode-se equiparar ao Bluetooth, que levou vários anos (entre 1998 até os anos mais recentes) para ganhar aceitação, primeiro dos fabricantes de dispositivos digitais e, mais tarde, dos utilizadores.

A ABI *Research* tem estudado o desenvolvimento da tecnologia NFC e, em Maio de 2006, previu que 50% dos telemóveis (500 milhões de unidades) seriam compatíveis com NFC em 2010. Estes valores foram baseados no facto de a tecnologia NFC possuir uma vasta gama de

aplicações. No entanto, os operadores móveis não mostraram o interesse que era esperado em relação a esta tecnologia, porque não estavam estabelecidos modelos claros para a criação de lucro. Em Setembro de 2006, este facto levou a descer a previsão para os 30% para o ano de 2011. A mesma tendência continuou em Abril de 2007, prevendo que apenas 20% (292 Milhões de unidades) de todos os telemóveis a nível mundial suportariam NFC em 2012. Mais recentemente, o relatório de Janeiro de 2008 ainda mantém esta previsão. A essência do problema de adaptação da tecnologia NFC deve-se ao facto de todas as entidades estarem numa espécie de círculo, à espera que alguém se mova [MMT09].

Na Figura 2.35 é possível ver as previsões mais recentes de mercado do número de dispositivos NFC até o ano de 2012. Actualmente só no mercado japonês a operadora NTT DoCoMo já possui para cima de 50 milhões de assinaturas móveis que suportam NFC [Met09].

Figura 2.35 - Previsões de mercado do número de dispositivos para os próximos anos. Gráfico adaptado de [MMT09].

Novos ensaios do NFC continuam a surgir por todo o mundo, tornando-se cada vez mais frequentes e com um maior número de participantes. Recentemente, a Carrefour juntou-se a uma série de outros retalhistas franceses, assim como a empresas de parcerias de serviços financeiros e a três operadoras de telemóveis (Orange, SFR e Bouygues Telecom), para fazer avançar a implantação da tecnologia NFC em França. Pelo Natal de 2009 as empresas esperam começar programas piloto em larga escala que irão permitir aos consumidores (clientes das operadoras móveis) utilizarem o seu telemóvel para: pagar as compras efectuadas nas lojas de retalho; receber e resgatar cupões móveis; e para substituir os seus actuais cartões de fidelidade por cartões de fidelidade virtuais alojados nos seus telemóveis.

Os telemóveis utilizados nestes projectos-piloto pelos consumidores franceses poderão vir a utilizar um novo chip NFC produzido pela Moversa. A Moversa foi formada no final de 2007, pela junção da Sony e da NXP, com o objectivo de criar um chip RFID que suporte tanto MiFare como FeliCa. O chip *Universal Secure Access Module* (USAM) é muito inovador porque casa num único chip as funcionalidades do MiFare e FeliCa, que podem ser combinadas com um módulo NFC num só telemóvel, produzindo assim um produto com apelo global [OCo09].

Em Junho de 2009, a NXP referiu que amostras do novo chip NFC, que é compatível com todas as mais recentes normas da indústria, estão nas mãos de um certo número de grandes fabricantes de telemóveis. Os primeiros acordos já têm sido acertados para a próxima geração de telemóveis, que chegarão entre 2012 e 2013. Estes acordos são feitos para que o NFC seja adicionado aos chips de comunicação que lidam com as ligações Bluetooth e outras

comunicações locais, permitindo que as funcionalidades NFC sejam adicionadas aos telemóveis por menos de $1 US [ClaH09].

Os ensaios confirmam que as pessoas dão mais uso à tecnologia NFC nos serviços de transportes, estando os pagamentos móveis em segundo lugar. As transacções entre $1 US e $25 US apresentam a maior oportunidade para o uso de pagamentos via NFC, em vez do modo de dinheiro tradicional – Ver Figura 2.36 [INP08].

Figura 2.36 - Oportunidade para o NFC nas transacções. Gráfico adaptado de [INP08].

Segundo Richard Traherne, chefe da comunicação sem fios da *Cambridge Consultants*, o NFC tem potencial para ser um catalisador no desenvolvimento da eficiência e portabilidade dos dispositivos médicos para um vasto número de aplicações [CCI06]:

> "*NFC has the potential to be a catalyst in developing the efficiency and portability of medical devices for a number of applications*" [CCI06].

Howard Wilcox, autor de um relatório de previsão sobre a tecnologia NFC, refere que o NFC alcançará a tracção inicial nos países e regiões desenvolvidos, com o Japão já a abrir o caminho com os telemóveis a suportar a tecnologia FeliCa, sendo seguido pela América do Norte, Europa Ocidental e países como a Coreia, Singapura e Austrália. Também é previsto que o valor das transacções anuais efectuadas utilizando NFC a nível global cresça acima de 5 vezes entre os anos de 2011 e 2013. Em 2009 existirão ainda poucos dispositivos NFC (com excepção do Extremo Oriente e da China), mas antevê-se que o mercado irá aumentar de 2010 em diante e em 2013 [Wil09], cerca de 20%, ou 1 em cada 5 telemóveis expedidos, irão possuir capacidades NFC [Lia08].

A IMS Research refere que o cenário "do ovo e da galinha", que tem atrasado a massificação do NFC, tem dado passos em frente recentemente. Acrescentam também que alguns fabricantes estão à espera que no segundo semestre de 2009 exista um grande volume de expedições de telemóveis NFC (como o Nokia 6212 Classic). Em Novembro, a variação SWP (*Single Wire Protocol*) para o Elemento Seguro foi oficialmente aprovada pela GSMA como a forma preferida para os operadores móveis implementarem as suas aplicações NFC. No entanto a empresa prevê que ainda vai demorar mais tempo para que os telemóveis equipados com a variação SWP do NFC estejam disponíveis em volume significativo. Segundo o Devlin, o NFC possui muito apoio de todas as partes interessadas e as reacções aos ensaios já realizados foram esmagadoramente positivas [ClaN09].

2.4 Conclusão

Neste capítulo foram analisadas diversas tecnologias, algumas das quais são na actualidade utilizadas em cartões de fidelização, sendo outras tecnologias de comunicação sem fios, com algumas semelhanças ao NFC.

A Tabela 2.9 apresenta um resumo das principais características da tecnologia de comunicação *contactless* NFC em relação às outras tecnologias mais usuais, hoje em dia, em cartões de fidelidade.

Tabela 2.9 - Resumo das características do NFC comparativamente a outras tecnologias utilizadas actualmente em programas de fidelização.

	Banda Magnética	**Código de Barras**	***Smart Cards***	**NFC**
Baixo Custo	X	X		
Formato Humano		X		
Comunicação Simples e Rápida		X	X	X
Fiável			X	X
Capacidade de Processamento			X	X
Informação Dinâmica			X	X
Susceptível a Deterioração	X	X		
Edição de Dados	X		X	X
Capacidade de Armazenamento	Média	Baixa; Média	Elevada	Elevada
Robusto	X		X	X
Interoperabilidade			X	X
Comunicação *Contactless*		X	X	X
Segurança dos dados			X	X
Alcance		Curto	Curto	Curto
Casos de Uso	Pagamento; Bilhetes de transporte; Cartões de fidelização	Grandes cadeias retalhistas; Fidelização	Pagamento; Transporte; Fidelização; Cartões de acesso	Pagamento; Transporte; Fidelização; Acesso; Bilhética; Partilha; Fácil montagem
Usabilidade	Necessita de contacto; Deslize do cartão num leitor	Fácil utilização; Passa-se um leitor pelo código de barras	Simples; Modos de utilização com contacto e sem contacto	Centra-se no Homem; Intuitivo; Fácil utilização; Tocar; Abanar

É possível analisar pelas duas primeiras colunas que tanto a tecnologia de Banda Magnética, como o Código de Barras são muito limitadas no que respeita ao nível de funcionalidades. Ambas apresentam um baixo custo de produção mas são susceptíveis à deterioração, sendo tecnologias utilizadas em áreas muito específicas. A Banda Magnética é tipicamente utilizada

no mercado financeiro, e tem vindo a ser substituída por outras tecnologias mais recentes, como por exemplo os *Smart Cards*. O Código de Barras serve principalmente o mercado das grandes cadeias retalhistas e, como é normal, têm surgido tecnologias mais recentes com capacidade para a substituir (e.g. RFID), mas que apesar disso podem ser utilizadas em simultâneo.

Os *Smart Cards* e NFC são tecnologias com várias características semelhantes, isto porque os *Smart Cards* foram uma das tecnologias a partir das quais o NFC evoluiu, logo herdando todas as suas vantagens. Os *Smart Cards* são actualmente a tecnologia de preferência para efectuar pagamentos, sendo também utilizada em cartões de transporte, fidelidade, acesso, entre outros.

Tabela 2.10 - Sumário das características do NFC em relação a outras tecnologias de comunicação sem fios.

	IrDA	Bluetooth	Wi-Fi	ZigBee	RFID	NSDT	NFC
Criado em	1993	1998	1997	2004	1973	2009	2002
Tempo de Configuração	0.5s	6s			<0.1ms		<0.1ms
Custo		Moderado (4-5$ chip)	Alto (16$ chip)	Alto	Baixo (0.05$ chip)		Baixo (0.2 - 1$ chip)
Frequência de operação	300GHz – 400THz	2.4GHz	2.4GHz ou 5GHz	2.4GHz; 915MHz; 868MHz	125 - 134KHz; 13.56MHz; 860 - 930MHz; 2.4 - 5.8GHz	Opera através do canal sonoro	13.56MHz
Velocidade Comunicação	Até 4 Mbps (versão 1.1)	Até 3 Mbps (versão 2.0)	Até 54 Mbps	Até 115kbps	Na frequência 2.4GHz pode atingir os 2Mbps	Rápida	Até 424kbps
Alcance	Moderado (até 5m)	Moderado (até 30m)	Elevado (até 150m)	Elevado (até 100m)	Até 3m ou 100m (*tag* activa)	Curto	Curto (até 10cm)
Casos de Uso	Transferência de dados entre dispositivos; Telecomandos	Transferência de dados numa rede; Telemóveis	Permite estabelecer uma ligação de rede sem fios rápida e segura; Utilizada para acesso à internet sem fios	Vasta área de aplicação, desde o controlo industrial à automação de residências (domótica)	Logística; Controlo de stocks	Pagamentos; Soluções de armazenamento móvel; Fortes serviços de autenticação à Web	Pagamento; Transporte; Fidelização; Acesso; Bilhética; Partilha; Fácil montagem
Usabilidade	Necessita que o emissor esteja apontado directamente ao receptor (tem de ser visível)	Centra-se nos dados; Necessita de uma configuração	Necessita de uma configuração inicial	É necessária uma configuração simples; Suporta aplicações com mínimo consumo	Centra-se nos itens; Fácil utilização	Intuitivo para o utilizador; Fácil interacção	Centra-se no Homem; Intuitivo; Fácil utilização; Tocar; Abanar

Como se verifica pela Tabela 2.9, o NFC apresenta algumas vantagens que mais nenhuma das outras tecnologias já abordadas possuem, entre as quais: a capacidade de actuar como dispositivo activo e passivo (permitindo aos dispositivos NFC funcionarem tanto como cartões *contactless*, como leitores); a possibilidade de estabelecer uma ligação Ponto-a-Ponto (P2P)

entre dois dispositivos NFC; e como o seu foco é a utilização em telemóveis (como referido no capítulo 1 (Introdução), que são possuídos por cerca de 60% da população mundial), é possível apresentar uma interface gráfica para o utilizador que lhe permite, por exemplo, consultar ou gerir os dados dos cartões de fidelidade armazenados no Elemento Seguro do dispositivo.

Na tabela 2.10 são apresentadas comparativamente as tecnologias de comunicação sem fios mais habituais nos dias de hoje.

Para um grande número de aplicações (como virtualização de cartões de fidelidade, que é contexto deste projecto), as tecnologias de curto alcance (como NSDT ou NFC) possuem uma vantagem em relação às restantes, que é o facto serem intrinsecamente mais seguras, prevenindo uma activação não autorizada ou acidental da ligação. Algumas das outras tecnologias de comunicação de curto alcance são compatíveis com o NFC, como é o caso do RFID, enquanto outras são totalmente diferentes mas complementares de NFC, por exemplo o Bluetooth e o Wi-Fi. O NSDT é uma tecnologia muito recente e que ainda está em fase de experimentação, contudo é muito promissora uma vez que permite efectuar pagamentos por meio de qualquer telemóvel de uma forma segura, mas prevê-se que quando o NFC se massificar no mercado, o NSDT terá um custo superior para os mesmos serviços. Assim, pode-se considerar que o NSDT pode fornecer uma "ponte" tecnológica até que soluções mais completas e robustas do NFC atinjam o mercado.

Outra vantagem, igualmente muito importante, que levou à escolha da tecnologia NFC como o meio de comunicação ideal entre um telemóvel e um leitor, é a facilidade de interacção entre os dispositivos. Esta é bastante intuitiva, bastando um simples abanar ou "toque" junto a um leitor para despertar uma determinada acção.

A interoperabilidade entre outras tecnologias *contactless* também foi um outro factor a ter em consideração na escolha do NFC como a tecnologia mais adequada a este projecto. Isto porque suporta normas das tecnologias RFID e *Smart Cards*, assim como permite emparelhar outras tecnologias de comunicação, como o caso do Bluetooth e Wi-Fi. Assim, apesar de o NFC possuir um curto alcance de comunicação e uma velocidade de transmissão de dados relativamente reduzida, caso seja necessário transferir dados volumosos é possível com um simples "toque" fazer o emparelhamento as tecnologias referidas, que se encarregaram da transferência dos dados. Com isto elimina-se a necessidade de intervenção manual do utilizador, facilitando uma operação que por vezes seria complicada e morosa sem o seu auxílio.

Com a crescente complexidade e custo da adição de tecnologias como o Bluetooth e Wi-Fi a um dispositivo, o factor preço torna-se muito significativo. O custo de um chip NFC é apenas cerca de $1 US (preço estimado para 2012), em relação aos cerca de $5 US do Bluetooth e os $16 do Wi-Fi (preços de 2002) [Col05] [Sut02] [Kra03] [ClaH09].

O gasto de energia tem também extrema importância. Como o NFC é uma tecnologia mais simples e de curto alcance, tendo sido concebida com a poupança de energia em mente, logo gasta menos energia que tecnologias como o Bluetooth e o Wi-Fi.

É de realçar ainda que o NFC é uma tecnologia que tem tido um apoio muito forte de grandes empresas, como a Nokia, Philips, Sony, LG, entre muitas outras (operadoras, bancos, etc.), que colaboram entre si de forma a educar e incentivar o seu uso, tentando garantir um futuro muito promissor para a mesma.

O NFC tem recebido apreciações muito positivas por parte dos intervenientes em todos os ensaios e implementações, que têm sido realizados um pouco por todo o mundo. Esta tecnologia pode vir a mudar a forma como as pessoas interagem com os objectos e efectuam determinados serviços, tornando-se esta interacção mais intuitiva e simples. Todas estas funcionalidades e muitas mais podem vir a ser implementadas nos próximos anos, estando algumas já em prática em algumas regiões, como na Ásia onde já é possível efectuar pagamentos com um telemóvel NFC.

Pelas razões citadas acima, e como se pode comprovar pelas Tabela 2.9 e Tabela 2.10, a tecnologia NFC é a que apresenta vantagens mais significativas para utilização em soluções de

fidelização utilizando telemóveis, quando comparada com outras tecnologias usadas actualmente em sistemas de fidelização, ou ainda com outras tecnologias alternativas para comunicação *wireless*. Assim, *Near Field Communication* é claramente a tecnologia a ser utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

Capítulo 3

Especificações e Funcionalidades

Apresentam-se neste capítulo as especificações para o protótipo funcional que se pretende implementar. Como é referido no capítulo 1 (Introdução), um dos principais objectivos deste projecto de dissertação é identificar e conceber novas funcionalidades que incorporem a tecnologia NFC no âmbito da Documento Crítico (i.e. a virtualização dos cartões de fidelização). Diversos casos de uso foram identificados, prioritizados e agrupados nas seguintes categorias: "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões", "Campanhas Publicitárias", "Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos", e por último "Aplicação Móvel para Gestão das Compras".

Cada uma destas categorias é apresentada e acompanhada de uma breve descrição que resume cada uma das funcionalidades que se pretende venha a ter.

Os casos de uso pertencentes às três últimas categorias estão melhor detalhados no anexo A (Descrição dos Casos de Uso) deste documento.

3.1 Aplicação Móvel para Gestão de Cartões

Esta categoria pode ser decomposta em vários casos de uso, alguns dos quais permitem fazer uma gestão básica dos cartões de fidelização virtuais, como seleccionar e visualizar o conteúdo de um cartão – Ver Figura 3.1.

De modo a permitir aos utilizadores interagirem entre si, pretende-se uma funcionalidade que permita estes trocarem pontos de um cartão previamente seleccionado pelo utilizador emissor.

Uma outra funcionalidade deve permitir simular quando um utilizador se encontra num estabelecimento de um comerciante, durante o acto de efectuar o pagamento das suas compras. Aí é necessário validar o seu cartão de fidelização junto de um leitor, de modo a que a sua compra fique registada e, caso se verifique, actualizar o número de pontos do seu cartão.

Um dos casos de uso básico de uma aplicação móvel de virtualização é a acção de procurar e seleccionar um cartão, podendo ver-se detalhes sobre o mesmo. Como alternativa a este método, e com vista a facilitar e diminuir o tempo de pesquisa, criou-se um caso de uso que permite instalar dados numa etiqueta NFC que, quando é aproximada do telemóvel, irá inicializar automaticamente a aplicação, seleccionando o cartão da entidade que está associada à etiqueta. Caso a aplicação já esteja em execução, quando o telemóvel toca numa etiqueta, esta irá igualmente seleccionar o cartão da entidade agregada a essa etiqueta. Esta funcionalidade tanto poderá ser útil para os utilizadores como para o próprio comerciante.

Os casos de uso prioritários são os que estão associados a esta categoria, isto porque são os que se inserem melhor no contexto da empresa, e principalmente porque para além de

incorporarem a tecnologia NFC, também contêm casos de uso relativos aos três modos de operação existentes (abordados no fim da secção 2.3.1 Introdução): modo Leitura/Escrita (e.g. Visualizar Cartão – *Tag*); modo Ponto-a-Ponto [P2P] (e.g. Trocar Pontos); e por último, modo Emulação de Cartões (e.g. Validar Cartão – Comerciante). Os casos de uso pertencentes a esta categoria estão apresentados mais detalhadamente no capítulo 5 (Desenvolvimento).

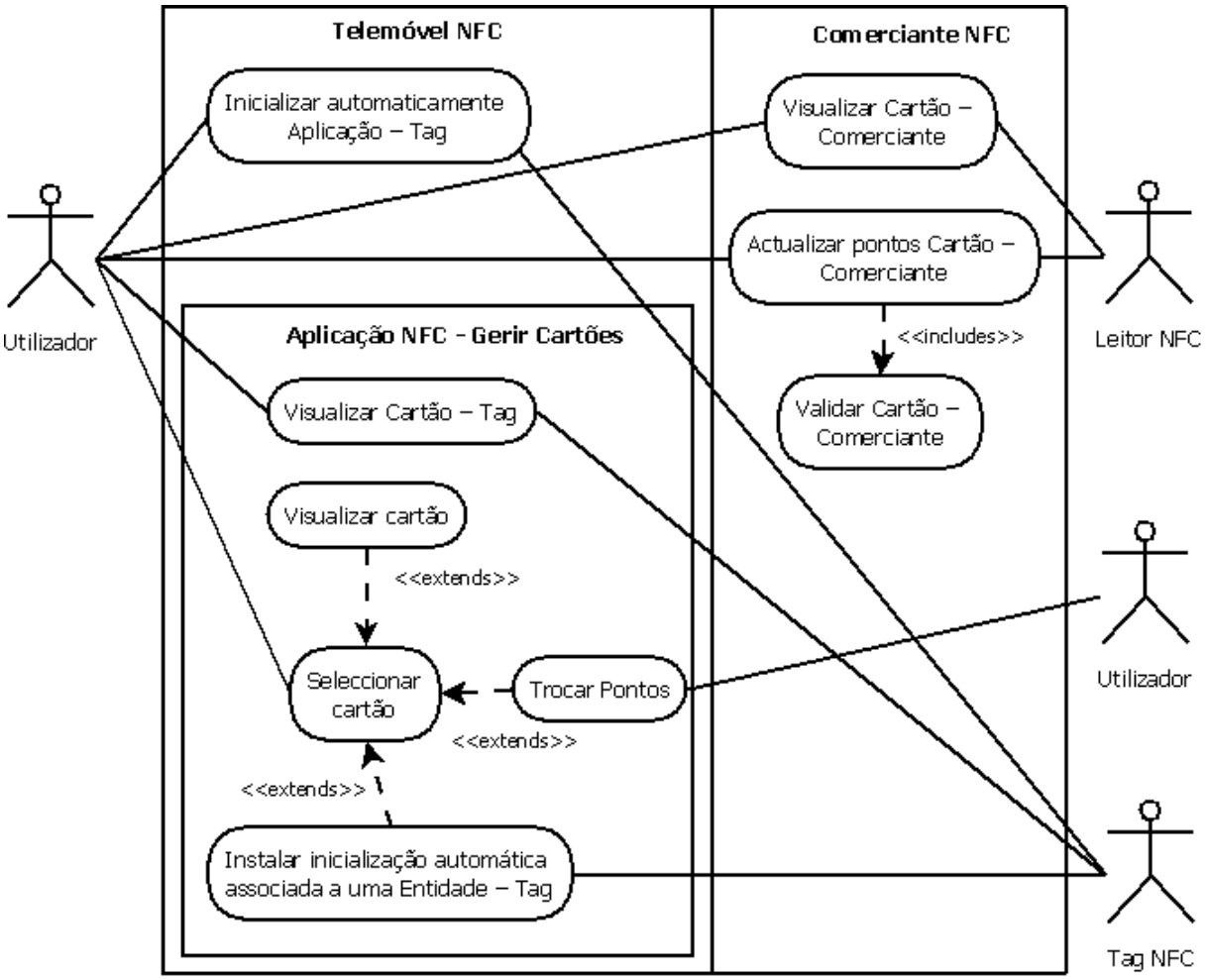


Figura 3.1 - Diagrama de casos de uso para a Categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões".

3.2 Campanhas Publicitárias

Os casos de uso pertencentes a esta categoria (ver Figura 3.2) estão relacionados com as campanhas publicitárias criadas pelos comerciantes e que são dirigidas ao consumidor. Assim, um consumidor quando entra num estabelecimento de um comerciante poderá interagir com os cartazes inteligentes expostos, que contêm campanhas publicitárias, promoções, etc. Ao interagir poderá transferir, via Bluetooth ou pela internet, o cartaz publicitário (e.g. formato PDF) para o seu telemóvel NFC. Alternativamente, ao colocar o seu telemóvel próximo de um produto interessante no cartaz, este irá transferir o produto (e.g. formato de imagem) para o seu telemóvel. Pode assim funcionar como um apoio à memória, para quando for efectuar as compras, este recorde o produto que lhe captou a atenção.

Igualmente importante e bastante útil para os utilizadores é o caso de uso que permite aos utilizadores, ao entrarem num estabelecimento (com Wi-Fi), se poderem ligar à rede Wi-Fi de modo a obter acesso à internet. Para isso basta ao utilizador aproximar o seu telemóvel NFC de um leitor que irá efectuar o emparelhamento automático entre o dispositivo e a rede Wi-Fi.

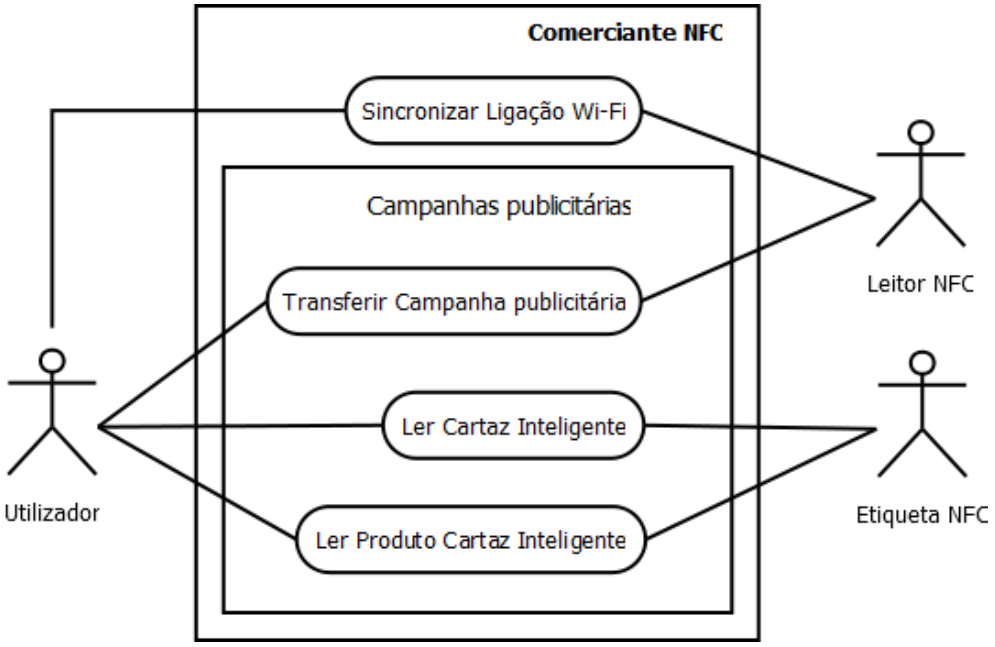


Figura 3.2 - Diagrama de casos de uso para a Categoria "Campanhas Publicitárias".

3.3 Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos

Esta aplicação terá o formato de um jogo, na qual dois utilizadores poderão trocar pontos de um modo mais interactivo. Sendo necessário que ambos os utilizadores entrem na aplicação, e possuam o cartão para o qual será estabelecida a aposta de pontos - ver Figura 3.3.

Caso o utilizador A queira desafiar o utilizador B para um jogo, este deverá seleccionar o cartão com o qual queira apostar pontos, e depois indicar o número de pontos a apostar. De seguida, irá receber um alerta que lhe informa que deve aproximar o seu telemóvel do telemóvel do utilizador B. O utilizador B recebe uma mensagem que indica o número de pontos que está em aposta e a perguntar se aceita o desafio. Em caso afirmativo, será efectuado o emparelhamento de uma ligação Bluetooth entre os telemóveis de ambos os utilizadores.

Neste momento, os utilizadores já podem iniciar o jogo (e.g. Snake, Tetris, etc.), e o utilizador que obtiver um maior número de pontos irá sair vencedor, recebendo de seguida todos os pontos que foram apostados. Os pontos serão transferidos através da ligação Bluetooth emparelhada anteriormente via NFC.

De forma a incentivar e criar alguma competitividade entre os utilizadores, esta aplicação pode possuir uma funcionalidade que permita consultar estatísticas (e.g. ver o número de vitórias, derrotas, pontos ganhos, etc.).

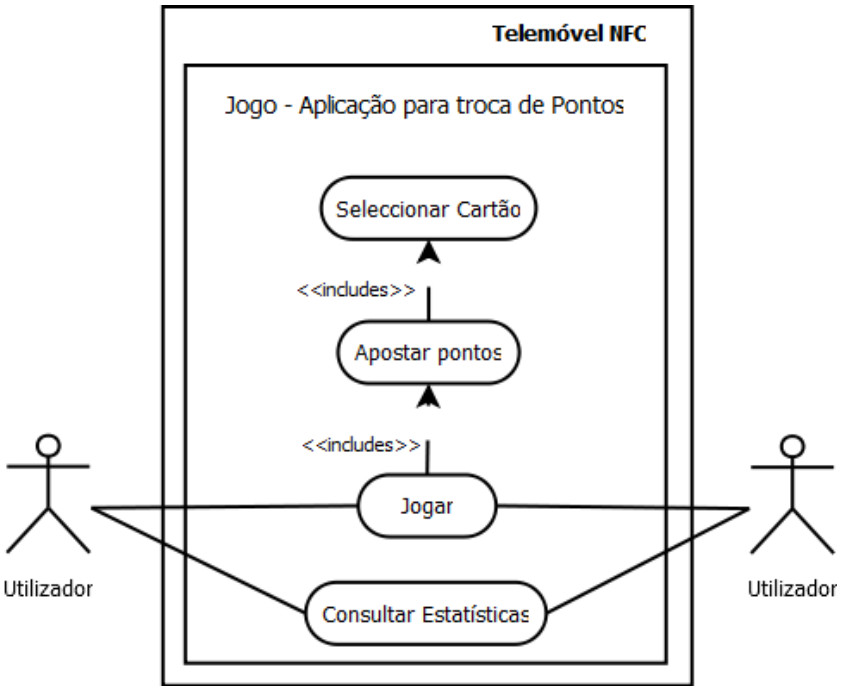


Figura 3.3 - Diagrama de casos de uso para a Categoria "Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos".

3.4 Aplicação Móvel para Gestão das Compras

Esta aplicação móvel permite ao utilizador gerir todas as compras que efectua nos estabelecimentos dos comerciantes. Para tal, será necessário que para cada uma das etiquetas que contêm o preço de um produto, situadas nas prateleiras dos estabelecimentos, exista também uma etiqueta NFC com informações sempre actualizadas do produto (e.g. preço, nome, pontos, categoria, nome do estabelecimento) – ver Figura 3.4.

A aplicação irá facilitar a vida das pessoas quando efectuam compras, funcionando como um apoio à memória. Esta lista de compras vai sendo criada à medida que o utilizador lhe acrescenta novos produtos. O utilizador poderá criar uma lista de compras antes de ir para o estabelecimento, de forma a não se esquecer de efectuar nenhuma compra, substituindo o método tradicional de criação de uma lista de compras no papel. À medida que este vai efectuando as compras, os produtos que pertencem à lista pré-feita, vão sendo riscados, de forma a indicar ao utilizador que já os possui no carrinho de compras. Eventuais produtos que não pertencem à lista de compras, são adicionados a mesma (já riscados) sendo pedido ao utilizador a introdução de uma quantidade. A lista indica o preço e quantidade de cada produto seleccionado e o preço total até o momento. Assim os utilizadores, à medida que vão efectuando as suas compras, irão estar informados sobre o preço dos produtos e o preço total que irão gastar quando se dirigirem à caixa para efectuar o pagamento.

Sempre que o utilizador aproxima o seu telemóvel da etiqueta do produto que deseja comprar, este irá transferir para o telemóvel informação sobre o produto, e irá actualizar uma base de dados incorporada na aplicação, que contém as informações de um produto para cada estabelecimento. Assim o utilizador poderá consultar os preços de um determinado produto em diferentes estabelecimentos ou, caso esteja curioso, consultar a evolução do preço de um produto através do seu histórico.

Sempre que os utilizadores interagirem com uma etiqueta NFC de um produto já consultado anteriormente, esta irá actualizar o seu preço na base de dados dos produtos.

De forma a facilitar a pesquisa pelos produtos que possui na sua base de dados, pode-se introduzir um sistema de classificação que permite ao utilizador atribuir-lhes uma determinada pontuação (de 1 a 5).

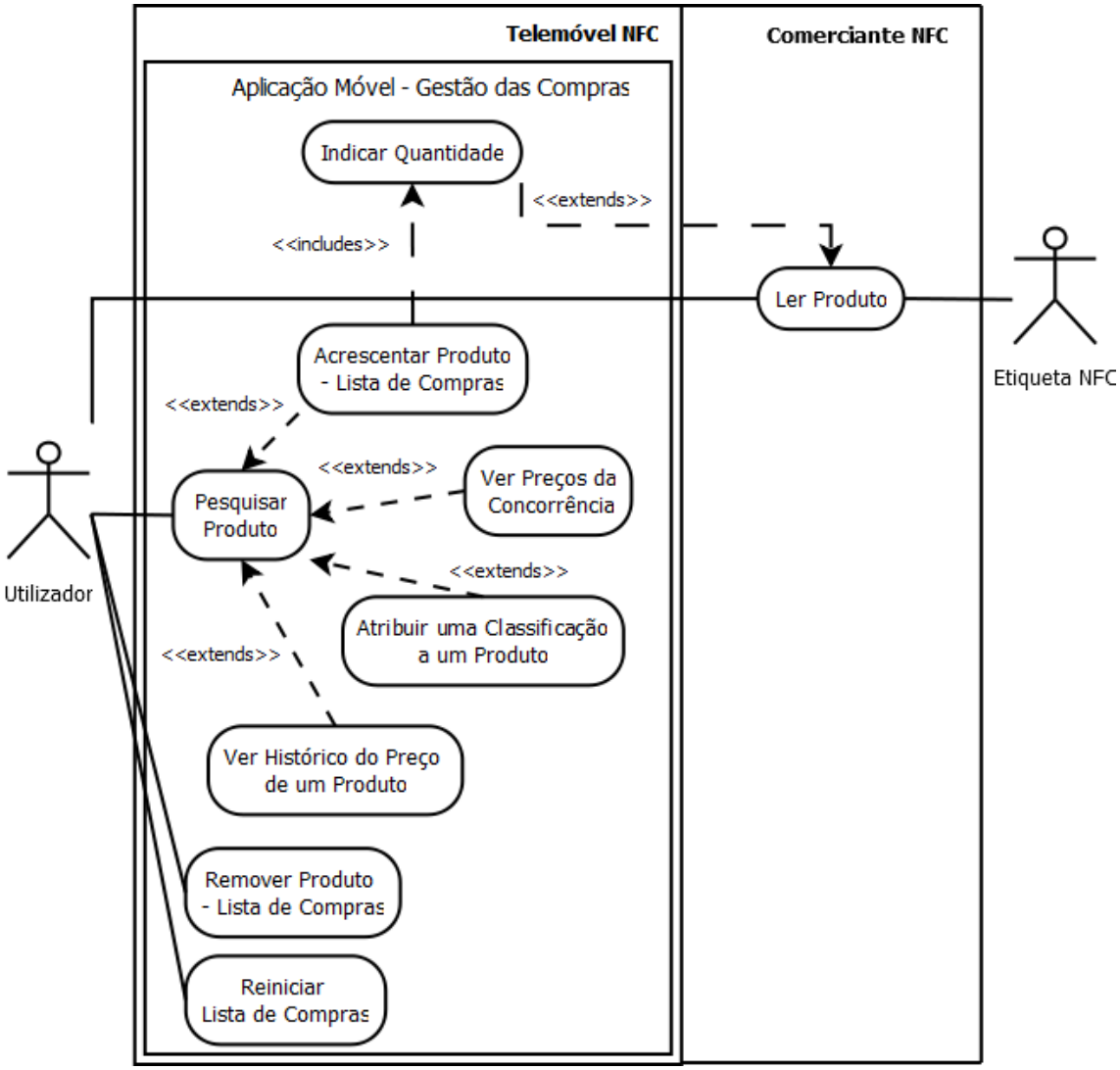


Figura 3.4 - Diagrama de casos de uso para a Categoria "Aplicação Móvel para Gestão das Compras".

Capítulo 4

Arquitectura

Tendo sempre em conta os casos de uso que foram especificados no capítulo anterior, pertencentes à categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões", procurou-se desenvolver um protótipo que servisse de prova de conceito a esses casos de uso. Assim concebeu-se uma arquitectura para esse protótipo funcional cujos aspectos mais importantes se apresentam neste capítulo. Os restantes casos de uso pertencentes às outras categorias, não foram implementados devido ao curto espaço de tempo de desenvolvimento e possuírem menor prioridade.

Após várias iterações, considerou-se que a arquitectura ilustrada na Figura 4.1 cumpre as especificações necessárias para a implementação do protótipo. A arquitectura é constituída por dois grupos de componentes: o "Telemóvel NFC" e o "Comerciante NFC".

O "Telemóvel NFC" é o grupo de componentes que armazenam, gerem e permitem aceder aos dados que são actualmente armazenados nos cartões de fidelização. A entidade a que pertence um cartão, os pontos ou o número de cliente são alguns desses dados. O Telemóvel pode comunicar por NFC de três modos:

- Através de um leitor externo NFC, pertencente ao "Comerciante NFC", por meio de mensagens APDU (*Application Protocol Data Unit*);
- Comunicando com uma Etiqueta NFC, através de mensagens NDEF (*NFC Data Exchange Format*);
- Comunicando directamente com um outro Telemóvel NFC, caso se esteja a efectuar uma troca de pontos com outro utilizador.

O "Comerciante NFC" é composto por aplicações desenvolvidas em Java SE que permitem:

- Visualizar os dados de um cartão;
- Validar um cartão virtual;
- Actualizar o número de pontos de um cartão virtual pertencente a uma determinada entidade.

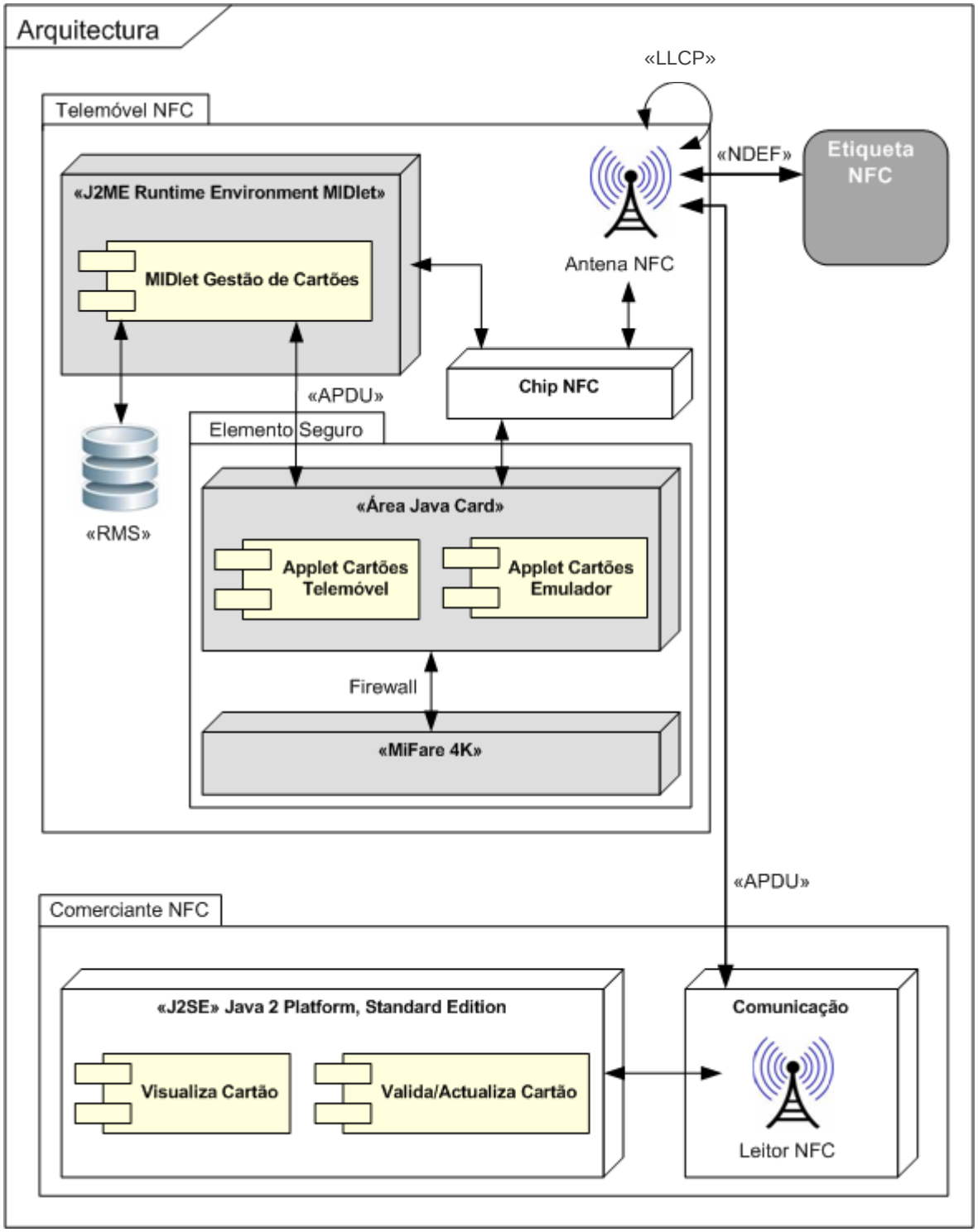


Figura 4.1 - Representação Modular da Arquitectura.

4.1 Componente "Telemóvel NFC"

O "Telemóvel NFC" é constituído por um conjunto de componentes que implementam as seguintes funcionalidades:

- Armazenamento dos cartões virtuais no telemóvel NFC. Este armazenamento pode ser feito de três formas diferentes: pode ser guardado no Elemento Seguro de um telemóvel NFC; ou no Elemento Seguro do emulador da Nokia (caso a aplicação esteja a ser

executada pelo emulador); ou no RMS (*Record Management System*) do telemóvel. Esta última foi a alternativa encontrada para contornar o problema da aplicação Java ME a executar no telemóvel (designada por MIDlet, ou seja a aplicação do perfil *Mobile Information Device*) não estar certificada, o que impossibilita a sua comunicação com o Elemento Seguro do próprio telemóvel, este problema não se verifica no emulador;

- Permitir ao utilizador do dispositivo móvel consultar os dados de cada um dos cartões virtuais, com recurso ao ecrã e ao teclado do telemóvel de modo a seleccioná-lo.
- Permitir aos utilizadores que possuam esta aplicação instalada no seu telemóvel, trocar pontos via NFC, de um cartão virtual seleccionado.
- Instalar dados numa etiqueta que esteja associada a uma determinada entidade, de modo a permitir a inicialização automática da aplicação quando o telemóvel interagir com a mesma.
- Executar automaticamente a aplicação quando o utilizador aproxima o seu telemóvel de uma etiqueta previamente instalada, e seleccionar o cartão da entidade que lhe está associada.

O "Telemóvel NFC" subdivide-se em três componentes principais:

- Componente Java ME: consiste numa aplicação MIDlet executada no ambiente Java ME, que contém toda a interface gráfica com o qual o utilizador interage;
- Elemento Seguro (Java Card + MiFare): constituído pela área Java Card e pelo elemento MiFare. A componente Java Card consiste numa aplicação executada em ambiente Java Card (*applets*). É nesta aplicação que está guardada toda a informação de um cartão virtual e os métodos para acesso a esta. Caso esta execute pelo emulador da Nokia, utiliza-se a "Applet Cartões Emulador"; caso seja num telemóvel NFC real, usa-se a "Applet Cartões Telemóvel". A comunicação entre a aplicação MIDlet e área Java Card é feita por uma troca de mensagens APDU (*Application Protocol Data Unit*), cuja estrutura é definida pelas normas ISO 7816.
- Componente RMS (*Record Management System*): como a aplicação MIDlet desenvolvida não está certificada, é impossível comunicar entre a MIDlet e a área Java Card, e por isso foi necessário recorrer ao componente RMS para contornar este problema. Assim, na situação em que este problema se verifica, os cartões virtuais passam a ficar armazenados de uma forma persistente nesta área.

Idealmente uma aplicação móvel NFC deve ser estruturada da seguinte forma: toda a interface gráfica deve ser implementada numa MIDlet em Java ME; tudo quanto for possível da lógica da aplicação deve ser implementada na área Java Card; e a memória do elemento MiFare deve ser utilizada para armazenamento de dados de forma a possuir retro-compatibilidade. Isto torna-a menos dependente da plataforma quando se transportam aplicações entre diferentes dispositivos NFC [Mad07].

4.1.1 Java ME

O Java ME (*Java Micro Edition*) é um conjunto de tecnologias e especificações que têm como alvo disponibilizar uma JVM (*Java Virtual Machine*), API (*Application Programming Interface*) e ferramentas para equipamentos portáteis. Este tem todas as características para satisfazer as necessidades que são impostas pelo desenvolvimento de software para os dispositivos mais limitados (baixo poder de processamento, pouca memória e ecrã pequeno). Esta plataforma fornece um ambiente robusto e flexível para aplicações que executam num ambiente móvel, como os telemóveis, PDA's (*Personal Digital Assistants*), *Smartphones*, etc. As aplicações baseadas em Java ME são portáveis para vários dispositivos, variando o desempenho de acordo com as capacidades nativas de cada dispositivo.

A especificação Java ME possui uma arquitectura modular e escalável definida num modelo de 3 camadas embutidas sobre o sistema operativo: a camada perfil, a camada de configuração e a camada do interpretador (JVM) [Fon05].

Actualmente é a tecnologia que alcança o maior número de micro dispositivos em todo o mundo, possuindo API muito bem documentada e independente da arquitectura dos dispositivos [Fon05].

A componente assente na plataforma Java ME consiste numa aplicação (MIDlet) que serve de interface ao utilizador do dispositivo móvel de modo a que possa consultar os dados dos seus cartões e comunicar também com outros dispositivos NFC, como é o caso da troca de pontos com outro telemóvel NFC, interagir com uma etiqueta NFC, ou mesmo comunicar com um leitor externo NFC.

4.1.2 Java Card

Java Card é a tecnologia que permite que pequenas aplicações (*applets*), baseadas na plataforma Java, sejam executadas com segurança em *Smart Cards* e dispositivos similares, como é o caso da área Java Card incorporada no Elemento Seguro de um telemóvel NFC [WJC09].

É nesta que serão emulados os cartões virtuais de fidelização do utilizador. Esta arquitectura apresenta duas *applets*: "Applet Cartões Telemóvel" é uma extensão da *framework* Java Card, instalada no Elemento Seguro de um telemóvel NFC real; "Applet Cartões Emulador" é uma extensão do *plug-in* SmartCardPlugin, que permite criar um *Smart Card* no emulador da Nokia e associá-lo à área Java Card do telemóvel virtual, sendo utilizada exclusivamente quando se executa a aplicação pelo emulador. A *applet* contém os métodos que permitem actualizar o número de pontos de um cartão e o acesso a todos os dados de um cartão virtual.

4.1.3 MiFare

A área MiFare do Elemento Seguro possibilita armazenar e aceder aos dados de uma forma segura. Uma alternativa à arquitectura descrita seria recorrer ao MiFare para armazenar os dados dos cartões virtuais. Esta alternativa, para além de garantir maior segurança dos dados, apresenta ainda a vantagem de o ser retro-compatível com outras normas. Esta não chegou a ser implementada por razões de prioritização de tarefas, já que o protótipo desenvolvido tinha como foco principal os casos de uso que utilizem a tecnologia de comunicação NFC de uma forma mais "visível". Assim, não foi dada tanta relevância a pormenores de implementação como a forma de armazenamento de dados, mas o estudo efectuado permitiu identificar a situação para mais tarde poder ser resolvida. Como tal, grande parte do tempo foi dedicado a desenvolver casos de uso que incorporem a tecnologia NFC.

4.1.4 APDU

O APDU (*Application Protocol Data Unit*) é a unidade de comunicação entre a aplicação móvel MIDlet e a área Java Card do telemóvel NFC. Um APDU é um pacote de dados que cumpre com um formato específico definido pela norma ISO 7816. Existem dois tipos de APDU: o APDU de comando (*command* APDU) e o APDU de resposta (*response* APDU).

O APDU de comando é enviado da aplicação móvel para a área Java Card. O APDU de resposta é a resposta ao comando enviado pela aplicação móvel, sendo enviada da área Java Card para a aplicação móvel [WAP09].

Um APDU de comando consiste em duas partes: um "cabeçalho" obrigatório de 4 *bytes* contendo os *bytes* Classe, Instrução, P1 e P2 (CLA, INS, P1, P2); e um campo opcional denominado por "corpo" que pode conter o campo Lc (que denota o tamanho do campo de

dados do comando), o campo de dados do comando, e o campo Le que contém o tamanho máximo esperado da resposta – ver Figura 4.2 e Tabela 4.1 [eny08].

Cabeçalho (Obrigatório)	Corpo (Opcional)
CLA – INS – P1 – P2	[Lc] – [Dados] – [Le]

Figura 4.2 - Estrutura de um Comando APDU.

Tabela 4.1 - Estrutura de um Comando APDU [eny08].

Byte	**Nome**	**Descrição**
byte 0	CLA	Classe da instrução. Indica a estrutura e o formato para uma categoria do Comando e APDU de resposta.
byte 1	INS	Código da instrução. Especifica a instrução do comando.
byte 2	P1	Parâmetros da instrução. Oferece mais informação sobre a instrução.
byte 3	P2	
byte 4	Lc	Tamanho dos Dados em *bytes*.
… Lc *bytes*	Dados	Sequência de *bytes* com a informação de tamanho Lc.
byte n +1	Le	Quantidade máxima de *bytes* esperados como resposta.

Um APDU de resposta consiste também em duas partes: um campo de dados opcional, de tamanho menor ou igual a Le; e dois *bytes*, SW1 e SW2, que provêm de *Status Word* e denotam o estado do processamento do comando no cartão – ver Figura 4.3.

Opcional	Obrigatório
[Dados]	SW1 – SW2

Figura 4.3 - Estrutura de uma Resposta APDU.

4.1.5 RMS

O Java ME RMS (*Record Management System*) fornece um mecanismo através do qual as aplicações MIDlet podem armazenar dados de uma forma persistente e recuperá-los mais tarde. Cada *record* na *RecordStore* é um *array* de *bytes* e possui um identificador inteiro único [Gho02].

Neste protótipo o RMS é utilizado para armazenar os dados dos cartões virtuais num telemóvel NFC real visto que a utilização da área Java Card num telemóvel real requer que a aplicação esteja certificada, que envolve um processo moroso e dispendioso, que não se justifica para o desenvolvimento de um protótipo como o que é objecto desta dissertação.

Assim, para contornar este problema sem ter de certificar a aplicação, e de modo a conseguir executar a aplicação normalmente num telemóvel NFC, sempre que a aplicação inicializa a sua execução, esta verifica se a área Java Card está acessível. Caso não esteja, a aplicação lê e grava os cartões através do componente RMS.

4.1.6 NDEF

A aplicação móvel comunica com uma etiqueta NFC através da troca de mensagens NDEF (*NFC Data Exchange Format*), sendo este um formato comum de dados para dispositivos e etiquetas NFC.

4.2 Componente "Comerciante NFC"

O "Comerciante NFC" comunica exclusivamente com a área Java Card de um telemóvel NFC, sendo para isso necessário que o utilizador aproxime o seu telemóvel de um terminal NFC. Este apresenta as seguintes funcionalidades:

- Validar um cartão virtual num estabelecimento de uma entidade, ou seja, verificar se o utilizador possui no seu telemóvel o cartão de fidelização para um determinado comerciante;
- Caso se efectue uma validação com sucesso do cartão virtual, é possível actualizar (decrementar ou incrementar) o número de pontos de um cartão virtual para uma determinada entidade;
- Visualizar os dados de um cartão virtual para uma determinada entidade seleccionada.

O "Comerciante NFC" subdivide-se em dois componentes principais: componente Java SE e a Comunicação. A componente Java SE consiste em duas aplicações Java que permitem validar, visualizar e actualizar um cartão de fidelização virtual, armazenado na área Java Card de um telemóvel NFC. A componente de Comunicação é responsável por trocar informação entre as aplicações Java SE e o telemóvel NFC.

4.2.1 Java SE

Java SE (*Java Standard Edition*) é um conjunto de especificações e bibliotecas. Esta é a plataforma de desenvolvimento Java mais utilizada, sendo o seu uso mais direccionado para PCs e servidores, onde há maior necessidade de aplicações e disponibilidade de recursos [Ale05]. O Java SE contém todo o ambiente necessário para a criação e execução multi-plataforma de aplicações Java, incluindo: a máquina virtual (JVM), o compilador, APIs e outros utilitários.

Desenvolveram-se duas aplicações baseadas nesta plataforma:

- "Valida/Actualiza Cartão": simula a validação do cartão de fidelização de um utilizador (se este possuir no seu telemóvel o cartão de fidelização para um determinado comerciante). Ocorre quando um utilizador se encontra no acto de pagamento num estabelecimento e necessita de validar o seu cartão, para que a compra fique registada e, caso se verifique, se actualize o número de pontos do cartão.
- "Visualiza Cartão": como já foi mencionado, uma das dificuldades obtidas foi a impossibilidade da MIDlet desenvolvida (quando em execução num telemóvel NFC real) aceder à área Java Card do telemóvel, o que impossibilita consultar os cartões armazenados na mesma. Assim não era possível verificar se os pontos tinham sido actualizados com sucesso. Para resolver este problema, criou-se esta aplicação Java SE, que por intermédio de um leitor NFC externo comunica com o telemóvel e visualiza os dados de um cartão virtual para uma entidade seleccionada.

4.2.2 Comunicação

A componente Comunicação é o meio que é utilizado pelo "Telemóvel NFC" e pelo "Comerciante NFC" para trocarem informação entre si. Para a arquitectura aqui apresentada, o meio de comunicação que se aplica é composto pelos leitores NFC externos compatíveis com os protocolos ISO/IEC 14443-A e B e ISO/IEC 18092 NFC-IP1.

Capítulo 5

Desenvolvimento

Este capítulo refere-se à fase de desenvolvimento do protótipo funcional, que cumpre algumas das especificações apresentadas no capítulo 3 (Especificações e Funcionalidades), satisfazendo um dos objectivos propostos para esta dissertação. O objectivo deste protótipo funcional é pôr em prática conhecimentos adquiridos e desenvolver diferentes funcionalidades suportadas por NFC, dentro do âmbito da empresa. Caso a empresa opte por lançar algumas destas funcionalidades numa versão futura do seu serviço, este protótipo poderá vir a ser usado como ponto de partida para o seu desenvolvimento.

No capítulo 3 (Especificações e Funcionalidades) foram desenvolvidos casos de uso em número superior ao que seria possível implementar no período de tempo alocado para o desenvolvimento do protótipo funcional, no âmbito desta dissertação. Isto foi propositado pois estes casos de uso permitiram aproveitar o conhecimento adquirido do estudo da tecnologia NFC e de ensaios realizados com a mesma, e que têm assim bastante valor para a empresa, mesmo não sendo implementados. Tendo em conta esta limitação temporal, escolheu-se desenvolver os casos de uso pertencentes à categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões", que abrangem uma maior diversidade de funcionalidades e que utilizam os três modos de operação do NFC, apresentados no capítulo 2 (Estado da Arte): modo Leitura/Escrita (e.g. Visualizar Cartão – *Tag*); modo P2P (e.g. Trocar Pontos); e por último, o modo Emulação de Cartões (e.g. Validar Cartão – Comerciante).

A categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões" pode ser decomposta nos seguintes casos de uso que estão representados no diagrama da Figura 3.1:

- **Visualizar Cartão:** permite ao utilizador consultar ou mostrar o seu cartão virtual ao comerciante, tal e qual o faria se o possuísse em formato físico. Este caso de uso não utiliza NFC, tendo sido implementado de modo a verificar o número de pontos de um cartão virtual, após este sofrer alguma alteração resultante de outro caso de uso;
- **Seleccionar Cartão**: este caso de uso não utiliza NFC, mas é muito importante porque permite ao utilizador navegar entre todos os cartões disponíveis na aplicação, seleccionando o cartão para o qual quer executar uma das funcionalidades NFC disponíveis;
- **Trocar Pontos**: permite a dois utilizadores trocarem pontos entre si, relativos a um determinado cartão por NFC, bastando para isso aproximar os telemóveis;
- **Visualizar Cartão – Comerciante:** é uma aplicação Java SE que permite visualizar toda a informação de um cartão virtual armazenado na área Java Card de um telemóvel NFC, comunicando por NFC através de um leitor NFC externo;
- **Validar Cartão – Comerciante:** o utilizador após efectuar as suas compras, pretende validar o seu cartão de fidelização num terminal NFC junto à caixa do estabelecimento

comercial. Este caso de uso permite simular esta situação. A comunicação entre os dois dispositivos é feita por NFC;

- **Actualizar pontos Cartão – Comerciante:** esta funcionalidade vem complementar o caso de uso anterior "Validar Cartão – Comerciante". Após efectuar a validação do cartão virtual do cliente o comerciante deverá actualizar o seu número de pontos. Neste protótipo todos os cartões possuem um número de pontos, assim quando um utilizador efectua uma compra os pontos são sempre actualizados. A comunicação entre os dois dispositivos é feita por NFC;
- **Instalar inicialização automática associada a uma Entidade – *Tag*:** permite ao utilizador instalar por NFC para uma etiqueta a inicialização automática da aplicação associada à entidade do cartão seleccionado;
- **Visualizar Cartão – *Tag*:** este caso de uso utiliza NFC e vem complementar a ideia do caso de uso anterior. Assim, após possuir uma etiqueta já instalada com a aplicação e associada a uma entidade, quando se aproxima um telemóvel (com a aplicação já em execução) dessa etiqueta, esta irá visualizar automaticamente o cartão pertencente à entidade à qual está associada;
- **Inicializar automaticamente Aplicação – *Tag*:** este caso de uso é semelhante ao anterior, mas neste caso a aplicação não está em execução. Quando o utilizador aproxima o telemóvel de uma etiqueta já instalada, esta irá automaticamente inicializar a aplicação e visualizar o cartão pertencente à entidade à qual está associada.

No anexo B (Manual de Instalação e Utilização) é apresentado cada um destes casos de uso com um maior nível de detalhe, e com os passos de utilização acompanhados por imagens do protótipo desenvolvido.

5.1 Hardware Utilizado

Apesar de grande parte das funcionalidades ser implementável utilizando emuladores, chegou-se à conclusão que este processo seria muito mais vantajoso e produtivo se se recorresse a hardware real. No entanto, NFC é uma tecnologia recente e ainda em estado de especificação, o que se traduziu em algumas dificuldades na escolha do melhor *hardware* a utilizar para a implementação.

Após um período de pesquisa e estudo de várias alternativas (ver tópico 2.3.5 Dispositivos NFC) decidiu-se utilizar um telemóvel NFC e um leitor NFC externo, para permitir comunicar entre o telemóvel e um PC.

A escolha do telemóvel NFC recaiu sobre o Nokia 6212 Classic (ver Figura 2.19). Esta escolha justifica-se: por ser o telemóvel NFC que melhor implementa as especificações definidas; por ser um modelo que é escolhido para teste em vários ensaios do NFC [den09]; pelo facto de ser acompanhado por vários programadores no fórum da Nokia [NDD09]; e também pelo facto da Nokia oferecer um bom suporte para o desenvolvimento de soluções NFC, sendo este o modelo da Nokia mais recente e moderno em comercialização na actualidade.

No que respeita ao leitor NFC externo, inicialmente escolheu-se o "Leitor Macally eNetMouse" (ver Figura 2.32) por ser mais económico e possuir funcionalidades NFC básicas (compatível apenas com a especificação MiFare e FeliCa [eNe09]). No entanto verificou-se que este foi concebido principalmente para permitir identificar e efectuar pagamentos *online* de uma forma segura através da aproximação de um cartão *Smart Card* (incluído juntamente com o leitor) do leitor NFC, que também possui funcionalidades de um rato comum USB. Assim, como não foi projectado para desenvolver aplicações NFC, este possui uma reduzida documentação e pouco suporte.

Após estudar-se melhor os leitores NFC externos disponíveis comercialmente, escolheu-se o leitor ACR122 (Figura 2.30). Este leitor é compatível com a grande maioria das especificações da tecnologia NFC, nomeadamente o ISO/IEC 14443 Tipo A & B e com NFCIP-1 (ISO/IEC 18092) [SCD09], e possui uma boa documentação e suporte para a criação de novas soluções NFC, sendo na actualidade utilizado por vários programadores por possibilitar comunicações P2P. Apenas se pode assinalar como uma desvantagem o facto de este não estar integrado com o "Nokia NFC Manager", sendo necessário o desenvolvimento de um adaptador para se poder tirar partido de todas as funcionalidades disponíveis nesta aplicação. Os únicos leitores que integram com este são o OMNIKEY 5321 [OMN06] (com suporte para leitura e escrita de etiquetas, e acesso ao Elemento Seguro) e o NXP CL RD701 [CLR09] (apenas com suporte para leitura e escrita de etiquetas). A vantagem destes leitores é permitir que uma MIDlet em execução no emulador da Nokia possa ler e escrever para uma etiqueta real, ou que esta aceda ao Elemento Seguro de um telemóvel NFC (comunicando por intermédio do leitor NFC externo), mas nenhum destes dois leitores possibilitam comunicações P2P.

As etiquetas utilizadas para teste neste protótipo são etiquetas MiFare Standard 4K e Ultralight, que vieram juntamente com o telemóvel Nokia 6212 Classic e o leitor ACR122, respectivamente.

5.2 Ferramentas de Desenvolvimento Utilizadas

Para o desenvolvimento deste protótipo foi necessário instalar um IDE (*Integrated Development Environment*) *open source* de Java que permitisse programar de acordo com as especificações Java SE e Java ME. Para tal estudaram-se os IDEs Eclipse e NetBeans. Apesar do NetBeans ser um IDE bastante adequado para desenvolver aplicações em Java Swing e aplicações para dispositivos móveis, foi escolhido o Eclipse, devido a possuir mais experiência nesse ambiente de desenvolvimento, e por ser relativamente rápido e possuir uma boa usabilidade. Outra característica deste IDE é ser escalável, ou seja, é possível acrescentar novas funcionalidades (ou versões mais recentes dessas funcionalidades), através da instalação de um dos muitos módulos que estão disponíveis na internet.

O protótipo foi desenvolvido no sistema operativo Windows XP Professional SP3, ao qual se juntou a versão "3.3.0" do Eclipse, sendo de seguida instalado o módulo eclipseme versão "1.7.9", de modo a possibilitar o desenvolvimento de MIDlets Java ME neste IDE.

Para o desenvolvimento de aplicações móveis para o Nokia 6212 Classic instalou-se o SDK S40_Nokia_6212_NFC_SDK_v1_0_en, sendo de seguida instalada a versão do *Java Development Kit* "1.6.0_13" de forma a permitir o desenvolvimento de aplicações em Java Swing.

Também foi utilizado o programa livre disponibilizado pela Nokia "Nokia PC Suite" versão "7.1.18.0", que permite instalar MIDlets facilmente por USB ou Bluetooth num telemóvel Nokia.

O telemóvel Nokia 6212 Classic inicialmente possuía o Elemento Seguro bloqueado, tendo sido necessário desbloqueá-lo para se poder proceder à instalação de *applets* na sua área. Para tal instalou-se no telemóvel uma MIDlet disponibilizada pela Nokia o "Unlock MIDlet 1.0", que o desbloqueou.

A "Applet Cartões Telemóvel" implementa a interface definida na classe abstracta javacard.framework.Applet, sendo necessário a instalação do software *Java Card Development Kit* (JCDK) versão "2.2.1" de modo a compilar a classe desenvolvida e criar um ficheiro com extensão ".cap" necessário para a instalação da *applet* na área Java Card do telemóvel. Este é um software fornecido pela Sun, que não é propriamente uma ferramenta de desenvolvimento mas contém toda a *framework* (classes) de Java Card. O JCDK possui um programa muito útil

de simulação para testar as aplicações, mas não possui nenhuma aplicação que instale as *applets* na área Java Card de um telemóvel.

Para instalar uma *applet* num telemóvel NFC existem duas aplicações possíveis: o JCOP Tools e o GPShell. A ferramenta "JCOP Tools" é um módulo que se instala no IDE Eclipse, tendo sido desenvolvido pela IBM, e que permite o desenvolvimento de *applets* para Java Cards com o sistema operativo JCOP. Este software é disponibilizado actualmente pela NXP Semiconductors, sendo obrigatório o envio de um email a pedir uma licença para a sua instalação. Como nem sempre se obtém resposta foi utilizada, como alternativa, a ferramenta gratuita GlobalPlataform GPShell versão "1.4.2" que permite fazer a gestão das *applets* instaladas num telemóvel NFC.

5.3 Estrutura do Protótipo Funcional

As decisões tomadas, tanto a nível de lógica como a nível de estrutura dos componentes, são descritas e fundamentadas nesta secção.

Para este protótipo estabeleceu-se que todos os cartões possuem a mesma estrutura de dados, tais como: a entidade associada, o número de cartão, a data de emissão, o número de pontos e uma imagem. Como não era objectivo deste projecto implementar funcionalidades básicas (e.g. registar um novo cartão), que pertencem à solução em desenvolvimento Cardmobili, foram criados manualmente dez cartões com esta estrutura como dados de teste. Consoante o caso de uso e o dispositivo onde a aplicação executa, os cartões podem ser armazenados de três diferentes formas:

- Caso a aplicação execute no emulador da Nokia, os cartões ficam armazenados na área Java Card do telemóvel virtual. Para tal criou-se a "Applet Cartões Emulador" que é uma extensão de um *plug-in* para um *Smart Card* que se associa à área Java Card de um telemóvel virtual pelo emulador da Nokia;
- Se a aplicação executar num telemóvel NFC real, como é mencionado no capítulo 4 (Arquitectura), uma vez que a aplicação ainda não está certificada, e este facto impossibilita o acesso à área Java Card, os cartões ficam armazenados no componente RMS (*Record Management System*) do telemóvel;
- A "Applet Cartões Telemóvel" instalada na área Java Card de um telemóvel NFC real, também permite armazenar os cartões virtuais. Este meio de armazenamento é utilizado pelos casos de uso pertencentes à componente "Comerciante NFC", cuja informação é acedida por meio de um leitor NFC externo.

Implementaram-se duas *applets* distintas, porque as *applets* desenvolvidas para o emulador Nokia são aplicações Java ME que estendem SmartCardPlugin, enquanto que as *applets* para o telemóvel real são extensões do *framework* Java Card. Foi necessária a implementação da "Applet Cartões Emulador" porque o caso de uso "Trocar Pontos" necessita obrigatoriamente de dois telemóveis NFC e a empresa apenas possuía um único dispositivo. Assim, este caso de uso apenas pôde ser testado através do emulador da Nokia.

O protótipo foi desenvolvido incrementalmente consoante as novas funcionalidades lhe eram adicionadas e como tal sempre que era implementada uma nova funcionalidade, era necessário criar ou actualizar um dos projectos desenvolvidos. Os casos de uso foram implementados exactamente pela mesma ordem em que estão apresentados no início deste capítulo, sendo inicialmente testados a nível funcional, sempre que possível no emulador da Nokia, e só depois num telemóvel NFC.

O Manual de Instalação e Utilização, incluído no anexo B, possui instruções e imagens que explicam como se utiliza e instala cada uma das aplicações ou componentes desenvolvidos para este protótipo.

Como se pode observar na Figura 4.1, foram desenvolvidos para este protótipo os seguintes projectos: "Applet Cartões Emulador", "MIDlet Gestão de Cartões", "Applet Cartões Telemóvel", "Visualiza Cartão" e "Valida/Actualiza Cartão".

Durante a implementação surgiram algumas dificuldades, destacando-se principalmente as seguintes:

- Inexistência de um certificado que autentique a aplicação móvel desenvolvida como confiável, o que torna impossível à aplicação estabelecer uma ligação com a *applet* armazenada na área Java Card de modo aceder à informação dos cartões virtuais. O processo de certificação pressupunha um tempo de espera que e um custo monetário que não se adequavam à natureza deste projecto;
- Impossibilidade de possuir uma ligação da aplicação móvel ao Elemento Seguro do telemóvel simultânea com uma ligação P2P entre dois dispositivos móveis. Esta situação origina um erro, caso seja executado através do emulador da Nokia, não tendo sido testado entre telemóveis reais, pelo facto de se possuir apenas um telemóvel NFC;
- A tecnologia Java Card apenas contém como tipo de dados principais o *Byte* e o tipo *Short*, o que dificultou em muito a "tradução" do código dos cartões da "Applet Cartões Emulador" para a "Applet Cartões Telemóvel".

5.3.1 Applet Cartões Emulador

A primeira fase da implementação consistiu no desenvolvimento da *applet* para o emulador do Nokia 6212 Classic. Tal como foi referido acima, esta é uma aplicação Java ME que estende um *plug-in* para um *Smart Card*, o qual se associa à área Java Card de um telemóvel pelo emulador da Nokia. Esta *applet* é onde estão guardados os dados dos cartões virtuais quando se executa a aplicação MIDlet no emulador Nokia.

Este projecto é composto por uma classe que representa um cartão, com todos os seus dados associados, como por exemplo a entidade e o número de pontos. Este possui métodos que permitem retornar toda a informação de um cartão, e que actualizam o número de pontos para um cartão virtual.

A classe principal desta *applet* possui dez cartões criados manualmente para teste (ver inicio da secção 5.3 (Estrutura do Protótipo Funcional), e ainda os métodos que executam as instruções recebidas pelos comandos APDU provenientes da MIDlet.

Os dados de um cartão: entidade, número de cliente, data de emissão e o identificador da imagem são guardados no formato *String*, sendo o número de pontos do tipo inteiro. Quando se desenvolveu a *applet* para um telemóvel real, necessária para a implementação dos casos de uso pertencentes à componente "Comerciante NFC" que, tal como foi referido acima, foi necessário implementar a interface definida na classe abstracta javacard.framework.Applet. Verificou-se então que na tecnologia Java Card não é possível definir novas classes, nem utilizar os tipos *String*, *Char* e Inteiro, sendo os tipos principais o *Byte* e o *Short*. Como tal, foi necessário converter todo o código base que armazena os cartões virtuais do projecto "Applet Cartões Emulador" para a "Applet Cartões Telemóvel". Esta foi uma das maiores dificuldades encontradas durante a implementação deste protótipo, e fez com que tenha sido difícil a identificação dos erros que se estavam a gerar. Não foi encontrada uma justificação oficial para este facto, mas provavelmente seja uma decisão tomada para permitir uma implementação nativa mais simples do Java Card para vários telemóveis diferentes.

Assim, sugere-se que esta *applet* seja implementada de forma a ficar o mais semelhante possível à "Applet Cartões Telemóvel" de modo a facilitar a sua "tradução" para a *applet* do telemóvel real, e assim facilitar a implementação de novas funcionalidades em ambas as *applets*.

Na Figura 5.1 é possível observar o diagrama de classes para este projecto. Devido ao excesso de quantidade de atributos e métodos em algumas classes dos projectos desenvolvidos, foram seleccionados apenas os mais importantes e removidos os atributos dos métodos.

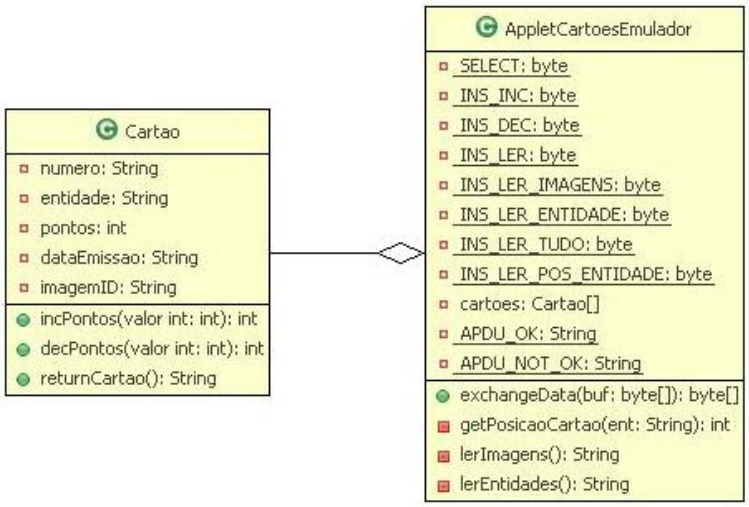


Figura 5.1 - Diagrama de Classes do projecto "Applet Cartões Emulador".

5.3.2 MIDlet Gestão de Cartões

Esta aplicação móvel foi desenvolvida em Java ME no IDE Eclipse. Esta é o núcleo deste protótipo, visto que permite que o utilizador interaja para consultar todos os seus cartões virtuais que estão armazenados no Elemento Seguro do telemóvel. Também permite ao utilizador efectuar todas as funcionalidades NFC que foram desenvolvidas durante este projecto. A Figura 5.2 ilustra o diagrama de classes deste projecto, que apenas contém os atributos e métodos mais relevantes.

Este projecto contém também as imagens dos cartões virtuais, possuindo estas o mesmo nome que é guardado na variável imagem de um cartão no Elemento Seguro do telemóvel.

Inicialmente começou por se desenvolver o caso de uso que permite visualizar um cartão virtual tal e qual como este existe em formato físico, sendo de seguida criado um ecrã de apresentação que é visualizado no momento em que se inicializa a aplicação móvel. A seguir implementou-se um menu gráfico rotativo que permite seleccionar um dos cartões virtuais e se assim se pretender, visualizar o seu conteúdo ou efectuar uma das outras operações disponíveis.

Nesta fase do projecto recebeu-se o leitor NFC ACR122, e após a sua instalação e para o testar, instalou-se uma *applet* de exemplo disponibilizado pela Nokia no telemóvel Nokia 6212 Classic através da aplicação GPShell. De seguida executou-se uma MIDlet pelo telemóvel para se consultar a informação guardada na *applet* anteriormente instalada. Como já se tinha desbloqueado o Elemento Seguro do telemóvel a instalação da *applet* ocorreu com sucesso, mas quando se procedeu à execução da MIDlet para se aceder aos dados da *applet*, este originou um erro a informar que a aplicação não era de confiança, e assim não podia aceder ao Elemento Seguro. Descobriu-se que a origem deste erro era devido ao facto de ser necessário certificar todas as MIDlets que acedem ao Elemento Seguro.

Devido ao tempo de espera e ao custo de aquisição de um certificado de validação optou-se, como alternativa, por armazenar os cartões na área RMS do telemóvel, sempre que não se consiga aceder ao seu Elemento Seguro. Isto não foi crítico para a empresa porque o mais relevante para este protótipo funcional era desenvolver os casos de uso especificados que utilizem NFC, e não a forma como os dados dos cartões virtuais foram armazenados.

O processo de certificação pressupunha um tempo de espera que e um custo monetário que não se adequavam à natureza deste projecto;

Após a implementação deste método de armazenamento dos cartões virtuais, começou por se desenvolver a funcionalidade que permite a dois utilizadores trocarem pontos entre si de um cartão virtual, através da tecnologia NFC. Esta funcionalidade só pôde ser testada pelo emulador da Nokia, sendo necessário abrir duas instâncias de um telemóvel virtual, visto que só se possuía um telemóvel NFC. Os emuladores utilizam o protocolo LLCP (*Logical Link Control Protocol*), definido pelo NFC Forum, e projectado para suportar ligações P2P entre dois dispositivos NFC.

Durante o desenvolvimento desta funcionalidade surgiu uma outra grande dificuldade: não é possível estabelecer em simultâneo ligações ao Elemento Seguro e a um outro telemóvel via P2P. Para solucionar este problema foi necessário alterar o código do projecto de modo a só ter uma ligação activa de cada vez. Assim, quando os utilizadores aproximam os telemóveis de modo a que se efectue a troca de pontos, estes só actualizam o número de pontos quando os utilizadores separam fisicamente os dois telemóveis, o que quebra a ligação P2P e permite assim à aplicação móvel aceder ao Elemento Seguro do telemóvel de modo a proceder à actualização dos pontos.

O utilizador emissor só pode enviar um número de pontos igual ou inferior ao número de pontos total que possui no cartão virtual seleccionado, podendo esta condição ser facilmente alterada, bastando para tal modificar uma variável que corresponde à percentagem de pontos que se permite enviar. Foi implementado um sistema que cancela automaticamente o envio de pontos ao utilizador emissor, caso este demore mais de 60 segundos para aproximar o seu telemóvel do telemóvel receptor.

As últimas funcionalidades adicionadas a este protótipo foram as que interagem directamente com uma etiqueta NFC. Assim, foi implementado o caso de uso que permite a um utilizador, após seleccionar um determinado cartão virtual, transferir para uma etiqueta NFC dados associados à entidade do cartão seleccionado. Quando o utilizador interaja novamente com essa mesma etiqueta, caso a aplicação não esteja ainda em execução, esta irá inicializar automaticamente e será apresentado no menu inicial o cartão da entidade à qual a etiqueta está associada. Caso a aplicação já esteja em execução, é seleccionado o cartão virtual respectivo à etiqueta. Quando o utilizador pretende instalar uma etiqueta, tem cerca de 60 segundos para aproximar o seu telemóvel da mesma e efectuar a operação. Caso se atinjam os 60 segundos, a aplicação irá automaticamente cancelar esta operação.

Quando o utilizador executa pela primeira vez a aplicação, após a ter instalado no telemóvel, este irá registar no PushRegistry[1] do telemóvel a aplicação móvel desenvolvida, de modo a que seja possível a sua inicialização automática sempre que interagir com uma etiqueta instalada. Na MIDlet desenvolvida o telemóvel só está em modo de escrita de etiquetas quando o utilizador selecciona essa operação. Nas restantes situações está sempre no modo de leitura de etiquetas.

[1] O PushRegistry permite às aplicações MIDlet definir se podem ser inicializadas automaticamente.

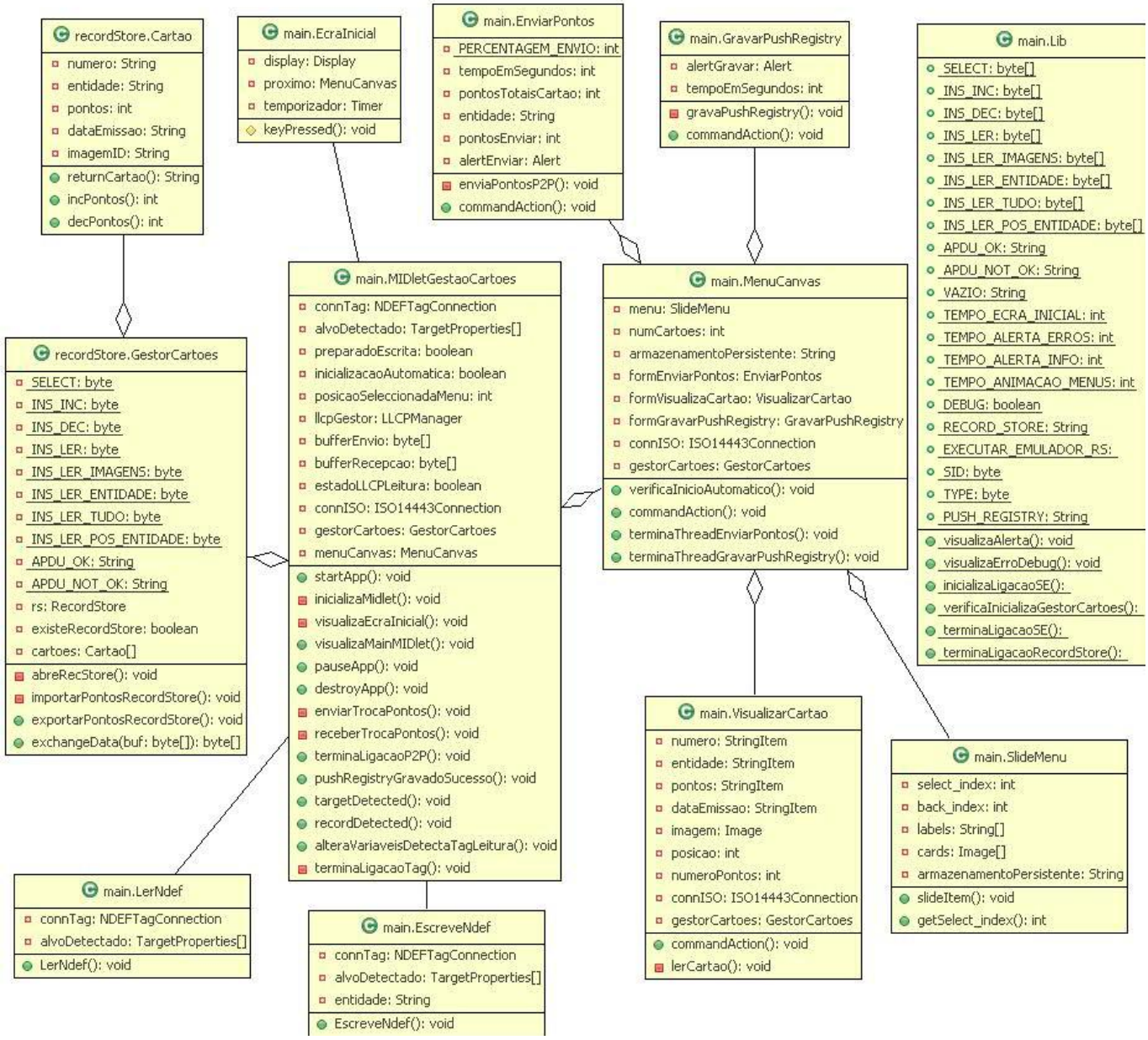


Figura 5.2 - Diagrama de Classes do projecto "MIDlet Gestão de Cartões".

5.3.3 Applet Cartões Telemóvel

Como já foi mencionado, esta *applet* implementa a interface definida na classe abstracta javacard.framework.Applet. Após o estudo da tecnologia Java Card verificou-se que os tipos de dados mais utilizados são o tipo *Byte* e o *Short*. Esta *applet* não é uma conversão da "Applet Cartões Emulador", devido às diferenças existentes entre as tecnologias que ambas sustentam, sendo muito difícil fazer uma "conversão" total da *applet* do emulador para a *applet* do telemóvel. Como a MIDlet desenvolvida não consegue comunicar com o Elemento Seguro do telemóvel (onde estão guardadas as *applets*), devido à inexistência de um certificado, seria desnecessário fazer uma conversão total da *applet* do emulador. Assim, converteram-se os dez cartões criados na *applet* do emulador para esta e criaram-se os métodos necessários para os casos de uso que pertencem à componente "Comerciante NFC" que são os que permitem visualizar um cartão e validar/actualizar os pontos de um cartão através de aplicações Java SE que comunicam com o telemóvel através do leitor NFC externo.

A classe cartão existente na *applet* do emulador deixou de existir, passando toda a informação de cada um dos cartões a ser guardada em variáveis do tipo *array* de *Bytes*. Assim, por exemplo, um cartão que possuía a entidade Modelo, que na *applet* do emulador era guardada no tipo de dados *String*, passou a ficar guardada num *array* de *Bytes* com o formato {(*byte*) 0x4d,(*byte*) 0x6f,(*byte*) 0x64,(*byte*) 0x65,(*byte*) 0x6c,(*byte*) 0x6f}, e isto repetiu-se para os restantes dados de um cartão e para cada um dos dez cartões criados manualmente. A figura 5.3 apresenta o diagrama de classes desta *applet*. Este apenas contém os atributos do primeiro cartão cuja nomenclatura termina em 1 (e.g. codigo1), tendo sido removidos do diagrama os atributos dos outros cartões.

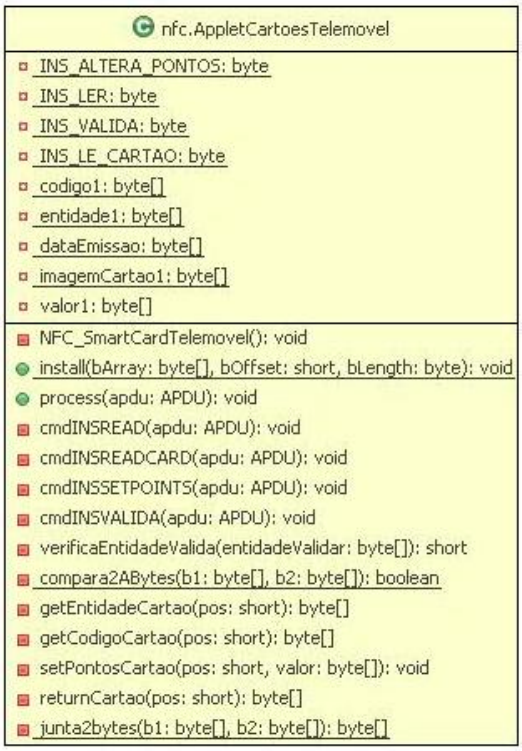


Figura 5.3 - Diagrama de Classes do projecto "Applet Cartões Telemóvel".

Nesta *applet* foram implementados métodos que, consoante a instrução recebida no comando APDU pelo leitor NFC externo, permitem ler toda a informação de um cartão virtual, ou validar se o cartão da entidade seleccionada existe no Elemento Seguro do telemóvel. Por último possui também um método que permite actualizar o número de pontos de um determinado cartão, cuja posição é passada pelo comando APDU enviado pela aplicação Java.

Como foi referido na "Applet Cartões Emulador", a detecção da inexistência dos tipos de dados utilizados na *applet* emulador foi uma das maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento deste protótipo, assim como a conversão dos cartões armazenados na *applet* emulador para a *applet* do telemóvel. Sugere-se para um futuro melhoramento que se finalize esta *applet* de modo a que, quando se certificar a aplicação móvel, esta possa funcionar perfeitamente com a *applet* do telemóvel desenvolvida, e não apenas como está de momento implementado na qual acede sempre à área RMS do telemóvel, uma vez que aplicação não está certificada. Para tal será necessário converter todos os outros métodos da *applet* emulador para esta, podendo eventualmente ser necessário fazer alguma alteração também do lado da aplicação móvel.

Esta *applet* foi desenvolvida no IDE Eclipse, tendo sido compilada manualmente através da chamada de comandos do JCDK 2.2.1 que gera um ficheiro com extensão ".cap". De seguida para instalar a *applet* na área Java Card do telemóvel NFC, utilizou-se o programa GPShell que recebe o ficheiro de extensão ".cap".

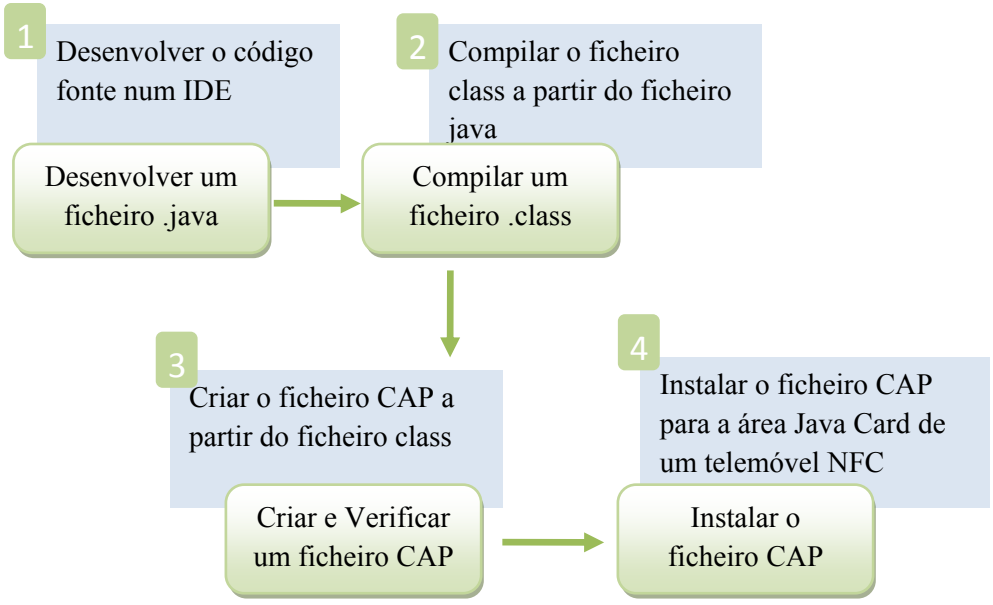


Figura 5.4 - Passos para a criação e instalação de uma *applet*.

A Figura 5.4 apresenta os passos a seguir para a instalação de uma *applet* na área Java Card de um telemóvel NFC. Alguns detalhes sobre estes passos:

1. O código fonte é desenvolvido preferivelmente num IDE. Neste caso foi desenvolvido utilizando o ambiente de desenvolvimento Eclipse.
2. O código fonte é compilado criando um ficheiro class. No processo de compilação são utilizadas as bibliotecas do JCDK para gerar o ficheiro class.
3. O ficheiro class é convertido num ficheiro CAP (*Converted Applet*), o ficheiro contém um formato intermédio, com a informação de classes e interfaces ou com as próprias classes no seu interior. O ficheiro deve ser verificado para assegurar a compatibilidade com o *framework* da Sun.
4. O ficheiro CAP é instalado através do programa GPShell para a área Java Card do telemóvel NFC que está em contacto com o leitor NFC externo.

Para testar esta *applet* foi necessário utilizar as aplicações Java SE desenvolvidas, tendo este projecto sido desenvolvido simultaneamente com o projecto "Visualiza Cartão".

5.3.4 Visualiza Cartão

Este projecto tem como base a especificação Java SE e consiste numa aplicação desenvolvida em Java Swing que permite visualizar todo o conteúdo de um cartão virtual que está armazenado na área Java Card de um telemóvel NFC. Esta comunica com o telemóvel por intermédio de um leitor NFC externo que envia os comandos APDU desde a aplicação "Visualiza Cartão" até a *applet* guardada no Elemento Seguro do telemóvel. A Figura 5.5 ilustra o diagrama de classes.

Quando o utilizador interage com esta aplicação pode seleccionar o cartão do qual pretende visualizar o conteúdo. De cinco em cinco segundos a aplicação verifica se existe algum telemóvel em contacto com o leitor NFC, e caso o encontre actualiza os dados que estão a ser visualizados para o cartão seleccionado. Caso a aplicação não consiga obter os dados, é visualizado uma mensagem de erro ilustrativa.

Assim, de cinco em cinco segundos a aplicação envia um comando APDU com a instrução "*select"* para verificar a ligação ao Elemento Seguro do telemóvel, e caso esta se verifique, é

então enviado um comando que valida a existência do cartão da entidade seleccionada. Em caso afirmativo, retorna toda a informação desse.

Esta aplicação foi criada de modo a verificar que os pontos de um cartão são actualizados com sucesso, uma vez que, como já foi mencionado no início do tópico 5.3 (Estrutura do Protótipo Funcional), não é possível visualizá-los através da aplicação móvel desenvolvida.

Figura 5.5 - Diagrama de Classes do projecto "Visualiza Cartão".

5.3.5 Valida/Actualiza Cartão

Esta aplicação, tal como o "Visualiza Cartão" foi desenvolvida com base na especificação Java SE e possui uma interface gráfica em Java Swing. Esta aplicação foi desenvolvida com o intuito de simular a validação de um cartão de fidelização e posterior actualização do seu número de pontos, junto a um terminal POS de um estabelecimento comercial, onde se efectua o pagamento. Este caso de uso é muito importante pois é uma das principais funcionalidades dos actuais cartões de fidelização. A Figura 5.6 ilustra o seu diagrama de classes.

Assim, quando se executa esta aplicação num computador, ela permite que se seleccione uma das entidades a que estão associados os cartões de fidelização. Foi também criada uma entidade com o nome "Desconhecido", que como o nome indica, não existe no Elemento Seguro do telemóvel. Quando se selecciona esta entidade, após a aplicação tentar validar este cartão no telemóvel irá mostrar uma mensagem que indica que o cartão não foi validado com sucesso. A aplicação também permite introduzir um valor decimal que irá actualizar o número de pontos no cartão da entidade seleccionada, caso este seja validado com sucesso. A actualização pode ser um incremento ou decremento do número de pontos do cartão virtual, consoante se seleccione uma destas opções na aplicação. Por defeito está seleccionada a opção para incrementar.

A aplicação "Valida/Actualiza Cartão" valida e actualiza um cartão para a entidade seleccionada de 5 em 5 segundos com o número de pontos introduzidos pelo utilizador. Há ainda a possibilidade de parar temporariamente a aplicação, accionando uma caixa de selecção.

Tal como em "Visualizar Cartão", um comando APDU com a instrução "*select*" é enviado a cada 5 segundos, sendo de seguida enviado um comando que valida se o cartão existe para a entidade seleccionada. Em caso de êxito, é apresentada ao utilizador uma mensagem a indicar o seu número de cliente. De seguida é enviado um comando APDU para ler o número de pontos

do cartão para a entidade seleccionada. Consoante a operação escolhida pelo utilizador, a aplicação irá adicionar ou subtrair o valor decimal introduzido pelo utilizador ao número de pontos do cartão. Por fim é enviado um APDU com o número de pontos actualizados para a *applet* guardada na área Java Card do telemóvel NFC, e é apresentada ao utilizador uma mensagem com o número de pontos actualizados.

Toda esta comunicação, de forma semelhante a "Visualizar Cartão", é feita através de comandos APDU que são enviados do leitor NFC externo ACR122 para a "Applet Cartões Telemóvel" armazenada no Elemento Seguro do telemóvel NFC. Este, após processar o comando recebido, envia um APDU como resposta para a aplicação Java SE.

Figura 5.6 - Diagrama de Classes do projecto "Valida/Actualiza Cartão".

5.4 Testes

À medida que se terminou a implementação de qualquer nova funcionalidade realizaram-se testes funcionais, não só para a nova funcionalidade lançada, mas para a aplicação toda de uma forma geral, de modo a não se verificar nenhuma incompatibilidade entre a nova funcionalidade e as restantes. Por último foram realizados testes de Sistema, com o intuito de validar o funcionamento total e integrado das várias funcionalidades que este protótipo abrange.

Como foi mencionado acima, sempre que possível, testou-se a nova funcionalidade implementada em primeiro lugar no emulador da Nokia, por este ser mais fácil e rápido, sendo de seguida testada no telemóvel Nokia 6212 Classic. Algumas funcionalidades apenas são possíveis de testar no emulador da Nokia e outras apenas num telemóvel NFC real.

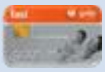
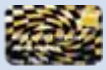
Capítulo 6

Resultados

Neste capítulo são apresentados exemplos de execução dos casos de uso que foram desenvolvidos para este protótipo. Os resultados deste protótipo consistiram no desenvolvimento de cinco projectos, entre os quais duas *applets*, duas aplicações Java SE e uma aplicação móvel. Estes cumprem cada um dos casos de uso especificados no capítulo 3 (Especificações e Funcionalidades) para a categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões". No capítulo 7 (Conclusões e Trabalho Futuro) ficam algumas sugestões de propostas de desenvolvimento para melhoramentos futuros de algumas das funcionalidades implementadas.

O anexo B (Manual de Instalação e Utilização) contém informação mais detalhada e completa sobre como utilizar e instalar este protótipo funcional.

Tabela 6.1 - Cartões virtuais criados no Elemento Seguro.

Entidade	Número	Pontos	Data	Imagem
Continente	000200001	5000	05/04/2009	
Modelo	112130002	1000	05/04/2009	
Galp	111000007	200	05/04/2009	
BP	113130006	500	05/04/2009	
FNAC	114005005	2000	05/04/2009	
MiniPreco	115106004	10000	05/04/2009	
Sportzone	116147001	20000	05/04/2009	
FCPorto	117108003	50000	05/04/2009	
Makro	118100009	10000	05/04/2009	
Parque Nascente	119100008	5000	05/04/2009	

Como foi referido no capítulo 5 (Desenvolvimento) alguns dos casos de uso desenvolvidos apenas podem ser testados pelo emulador da Nokia, como é o caso da "Troca de Pontos", visto só se possuir um telemóvel NFC. Outros apenas podem ser executados num telemóvel real, como por exemplo o "Actualizar pontos Cartão – Comerciante", uma vez que necessitam de comunicar por intermédio do leitor NFC externo com a aplicação Java desenvolvida.

Para executar os casos de uso pertencentes ao grupo de componentes "Comerciante NFC" é necessário ter efectuado a instalação da "Applet Cartões Telemóvel" no telemóvel NFC, tal como é explicado no anexo B (Manual de Instalação e Utilização).

As etiquetas NFC utilizadas para teste neste protótipo são etiquetas MiFare Standard 4K e Ultralight.

Para teste foram ainda criados dez cartões virtuais, possuindo todos o mesmo tipo de conteúdo: número de cliente, entidade, número de pontos, data de emissão e uma imagem. A Tabela 6.1 apresenta os cartões virtuais que foram criados manualmente para efeitos de teste.

Mostram-se de seguida alguns exemplos de execução juntamente com as suas instruções de funcionamento e imagens para cada um dos casos de uso implementados, servindo de demonstração do seu bom funcionamento.

6.1 Seleccionar Cartão

Como já foi referido, esta funcionalidade permite ao utilizador navegar entre todos os cartões disponíveis na aplicação, com um acesso ao cartão pretendido rápido e simples. Estes cartões podem estar armazenados no Elemento Seguro (SE) ou num RecordStore (RS) do RMS (*Record Management System*).

Caso a aplicação esteja certificada ou o utilizador esteja a executar a aplicação no emulador da Nokia com um telemóvel virtual associado a um *Smart Card* virtual (baseado no *plugin* "Applet Cartões Telemóvel") a aplicação acede aos cartões armazenados no SE.

Se não se verificar nenhuma das duas situações descritas acima, e como a aplicação desenvolvida não está certificada, esta não consegue aceder ao SE. De modo a ser possível a sua utilização e teste num telemóvel NFC real, criou-se a alternativa de aceder aos cartões virtuais guardados pelo RMS.

A execução desta funcionalidade requer os seguintes passos:

Passos

1. Instalar a aplicação "MIDlet Gestão de Cartões" num telemóvel NFC;
2. Executar a aplicação "MIDlet Gestão de Cartões". De seguida é apresentado durante um curto espaço de tempo um ecrã de apresentação, tal como se mostra a Figura 6.1;

Figura 6.1 - Ecrã de Apresentação inicial.

3. Como se pode ver na Figura 6.2, este ecrã apresenta um menu rotativo que permite seleccionar um cartão virtual, existindo para cada um várias operações descritas nos próximos casos de uso, como por exemplo: visualizar cartão, trocar pontos e instalar uma etiqueta. Este menu apresenta uma figura e a entidade associada para o cartão seleccionado. No canto superior direito é possível ver se a aplicação está a aceder aos cartões guardados no SE ou no RS. Na figura, como a aplicação não está certificada e está a executar num telemóvel NFC, está ligado ao RS.

Figura 6.2 - Menu para selecção de um cartão - RS.

6.2 Visualizar Cartão

O utilizador possui a aplicação instalada no seu telemóvel, e pretende consultar ou mostrar o seu cartão ao comerciante. Assim, é possível apresentar toda a informação de um cartão virtual com uma determinada estrutura (i.e. número de cliente, entidade, número de pontos, data de emissão e foto). Este caso de uso é muito importante, uma vez que permite ao utilizador visualizar todo o conteúdo do cartão, com o faria com um cartão físico.

Este pode ser testado tanto no emulador da Nokia, como num telemóvel NFC real, funcionando em ambos os métodos de armazenamento persistente de dados: SE e RS.

Passos:

1. Após inicializar a aplicação, pelo emulador ou pelo telemóvel NFC, selecciona-se o cartão a visualizar;
2. De seguida pressiona-se a opção "Abrir" de modo a visualizar o conteúdo de um cartão como mostra a Figura 6.3;

Figura 6.3 - Ecrã de visualização de um cartão.

3. As opções "Dec" e "Inc", que são visíveis no ecrã, permitem respectivamente decrementar ou incrementar 50 pontos de cada vez que são pressionados, para o cartão seleccionado. Esta funcionalidade foi incluída apenas para efeitos de teste, sendo assim facilmente possível incrementar ou decrementar o número de pontos de um determinado cartão. Numa versão comercial focada nos interesses do utilizador, esta funcionalidade seria removida.

6.3 Trocar Pontos

O utilizador possui a aplicação instalada no seu telemóvel e pretende trocar com outro utilizador, os pontos de um cartão de fidelização para uma determinada entidade.

Neste protótipo, como todos os cartões virtuais possuem pontos, é possível efectuá-la com qualquer um dos cartões, mas para uma versão comercial, este caso de uso é projectado apenas para os cartões cujos pontos ficam armazenados no seu interior (e.g. cartão BP, etc.), e presumivelmente após se efectuar a troca de pontos será necessário alertar a instituição (a que pertence o cartão) da troca de pontos que foi realizada, de modo a ser-lhes possível actualizar os pontos no seu sistema.

Como só se possui um telemóvel NFC, este caso de uso só pôde ser testado através do emulador da Nokia, na qual a forma de armazenamento dos cartões virtuais não tem qualquer influência nos resultados obtidos, sendo inclusivamente testado positivamente entre um telemóvel virtual ligado por SE e outro por RS.

Passos:

1. Abrir duas instâncias do emulador da Nokia e executar a aplicação móvel em ambos os telemóveis virtuais – ver Figura 6.4. Neste exemplo, o telemóvel representado na figura à esquerda está ligado ao SE e é responsável por emitir os pontos. O telemóvel da direita, está ligado à área RS, sendo este o receptor dos pontos;

Figura 6.4 - Troca de Pontos - Ecrã inicial nos dois telemóveis.

2. De seguida o emissor selecciona o cartão para o qual pretende efectuar a troca de pontos, neste exemplo é o da FNAC que inicialmente tem 2000 pontos em ambos os telemóveis e, escolhe a opção "Enviar Pontos" – ver Figura 6.5. O receptor para receber os pontos necessita de estar no menu inicial;

Figura 6.5 - Troca de Pontos - Emissor selecciona opção para enviar pontos.

3. No ecrã "Enviar Pontos" do telemóvel emissor, é visualizado o número de pontos totais do utilizador nesse cartão e um campo para o utilizador introduzir o número de pontos a enviar – ver Figura 6.6. O número de pontos a enviar tem de ser inferior ou igual ao número de pontos total. Neste exemplo introduziu-se 1001 pontos para se trocar. De seguida o emissor pressiona em "Enviar";

Figura 6.6 - Troca de Pontos - Emissor introduz o número de pontos a enviar.

4. Após o emissor pressionar em "Enviar" é-lhe mostrado um alerta, que o informa que tem 60 segundos para tocar no telemóvel receptor até que a aplicação cancele automaticamente o envio de pontos, voltando para o ecrã de "Enviar Pontos" – ver Figura 6.7;

Figura 6.7 - Troca de Pontos - Mensagem para o telemóvel Emissor tocar no Receptor.

5. Após o toque, é mostrada uma mensagem para ambos os utilizadores que lhes indica que a troca de pontos foi efectuada com sucesso – ver Figura 6.8;

Figura 6.8 - Troca de Pontos - Mensagem que indica que a troca foi efectuada com sucesso.

6. Após a troca ser efectuada com sucesso é necessário desligar a ligação P2P entre os dois telemóveis, de forma a terminar a troca de pontos. Quando isso se concretiza mostra-se uma mensagem a ambos os utilizadores indicando o número de pontos actuais – ver Figura 6.9;

Figura 6.9 - Troca de Pontos - Mensagem com os pontos actuais.

7. Para confirmar que a troca se efectuou com sucesso em ambos os telemóveis, basta visualizar o cartão que participou na troca de pontos, neste caso o cartão FNAC – ver Figura 6.10.

Figura 6.10 - Troca de Pontos - Visualizar cartão com novos pontos.

6.4 Validar Cartão – Comerciante

O utilizador deseja validar o seu cartão no estabelecimento de um comerciante após ter efectuado as suas compras. Este caso de uso é muito importante porque, para além de utilizar a tecnologia NFC como o meio de comunicação entre o telemóvel NFC e um leitor, é uma das principais funcionalidades dos actuais cartões de fidelização. Esta funcionalidade permite aos utilizadores validarem os seus cartões virtuais junto de um terminal NFC.

Passos:

1. Inicialmente é necessário colocar o telemóvel NFC sobre o leitor NFC externo, e seleccionar a opção de sincronização de uma ligação;
2. Inicializa-se a aplicação Java "Valida/Actualiza Cartão" que, antes de actualizar um cartão efectua a sua validação, ou seja, verifica se o utilizador possui o cartão de fidelização para a entidade seleccionada na aplicação Java – ver Figura 6.11;

Figura 6.11 - Aplicação Java que faz a Validação e Actualização dos pontos de um Cartão no Telemóvel.

3. A aplicação de 5 em 5 segundos verifica se o cartão da entidade seleccionada é válido no telemóvel do utilizador, e em caso afirmativo mostra uma janela como a da Figura 6.12;

Figura 6.12 - Validação com Sucesso.

4. Caso o utilizador não possua no seu telemóvel NFC o cartão de fidelização para a entidade seleccionada, é mostrada uma janela como a da figura 6.13;

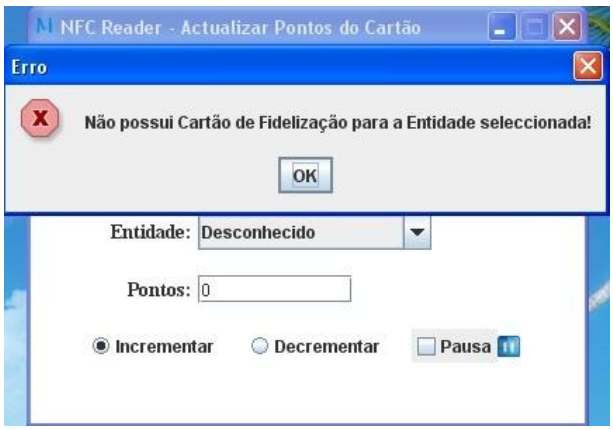


Figura 6.13 - Validação do cartão inválida.

5. Esta aplicação possui uma opção de "Pausa" que, quando activa, deixa de verificar de 5 em 5 segundos a existência do cartão no telemóvel NFC.

6.5 Actualizar pontos Cartão – Comerciante

O leitor NFC validou o cartão virtual do cliente e actualiza os pontos do cartão. Esta funcionalidade vem complementar o caso de uso anterior "Validar Cartão – Comerciante". Caso o cartão virtual envolvido possua pontos, o leitor NFC procederá à sua actualização. Como neste protótipo todos os cartões incorporam pontos, quando um utilizador efectua uma compra os pontos são sempre actualizados.

Este caso de uso utiliza a mesma aplicação Java que o caso de uso antecedente, e permite simular a situação descrita acima. Assim, o utilizador pode seleccionar a entidade a que pertence o cartão virtual, o número de pontos a actualizar, e a operação a efectuar sobre o número de pontos do cartão (incrementar ou decrementar).

Passos:

1. Efectuam-se exactamente os mesmos passos que estão descritos no caso de uso anterior. De seguida selecciona-se uma entidade, por exemplo a entidade Galp (inicialmente esta possui 200 pontos) e introduz-se o número de pontos a incrementar: 2001 – ver Figura 6.14. Após efectuar uma validação com sucesso – ver Figura 6.15, a aplicação mostra uma janela indicativa dos pontos actuais tal como se vê na Figura 6.16.

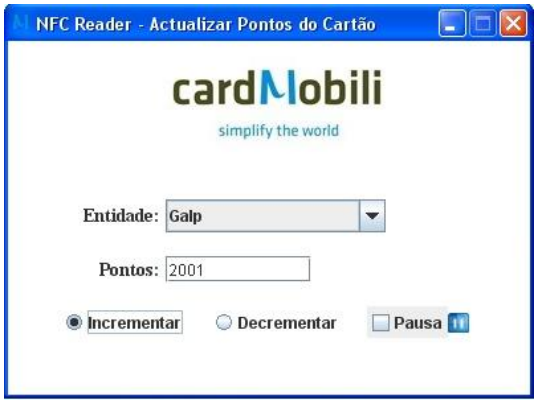


Figura 6.14 - Actualiza pontos de um cartão - parte 1.

Figura 6.15 - Actualiza pontos de um cartão - parte 2.

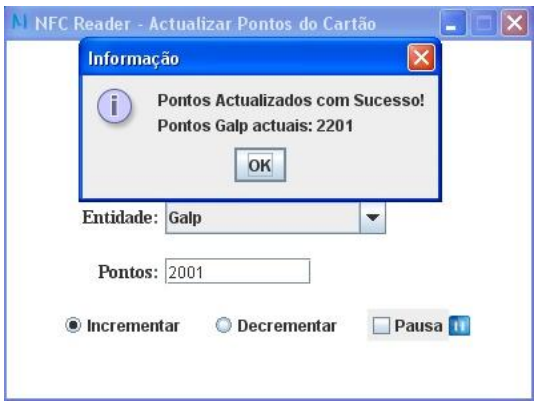


Figura 6.16 - Actualiza pontos de um cartão - parte 3.

6.6 Visualizar Cartão – Comerciante

Como a aplicação móvel desenvolvida não possui um certificado, não é possível aceder a partir desta aos cartões virtuais armazenados no Elemento Seguro. Assim, de forma a verificar se os pontos são realmente bem actualizados através do caso de uso anterior, foi criada esta aplicação Java que permite visualizar toda a informação para o cartão pertencente à entidade seleccionada nessa aplicação.

Passos:

1. Inicialmente é necessário colocar o telemóvel NFC sobre o leitor NFC externo, e seleccionar a opção de sincronização de uma ligação;

2. Inicializa-se a aplicação Java "Visualiza Cartão" que permite visualizar toda a informação de um cartão no interior do SE do telemóvel em contacto com o leitor NFC externo, e selecciona-se o cartão a visualizar – ver Figura 6.17.

Figura 6.17 - Visualiza os dados do cartão Galp armazenado no SE.

6.7 Instalar inicialização automática associada a uma Entidade – *Tag*

O utilizador possui dezenas de cartões de fidelização no seu telemóvel e quer aceder automaticamente aos cartões mais utilizados num curto espaço de tempo, mesmo quando a aplicação está desligada. Este caso de uso permite ao utilizador instalar para uma etiqueta NFC a inicialização automática da aplicação associada à entidade do cartão seleccionado.

Passos:

1. Os passos iniciais são iguais aos do caso de uso 6.1 (Seleccionar Cartão) para o telemóvel NFC real, até que se chegue ao menu inicial que permite seleccionar um cartão;
2. Após seleccionar um cartão cuja entidade ficará associada à etiqueta, escolhe-se a opção "Gravar para *Tag*" – ver Figura 6.18;

Figura 6.18 - Opção que permite gravar a aplicação para uma *tag*.

3. De seguida é mostrado um alerta que informa que o utilizador tem 60 segundos para tocar o seu telemóvel numa etiqueta, e caso, se ultrapasse este tempo a aplicação cancela automaticamente esta operação – ver Figura 6.19;

Figura 6.19 - Mensagem visualizada ao utilizador até este tocar o telemóvel numa *tag*.

4. Após o utilizador aproximar o seu telemóvel NFC de uma etiqueta válida, este emite uma mensagem a indicar que a etiqueta foi instalada com sucesso – ver Figura 6.20.

Figura 6.20 - A *tag* foi instalada com sucesso.

6.8 Visualizar Cartão – *Tag*

Este caso de uso vem complementar a ideia do caso de uso anterior. Assim, após possuir uma etiqueta já instalada com a aplicação e associada a uma entidade, quando se aproxima um telemóvel dessa etiqueta, ainda com a aplicação em execução, esta irá visualizar automaticamente o cartão da entidade à qual a etiqueta está associada.

Passos:

1. Após abrir a aplicação no telemóvel, o cartão seleccionado é o do Continente, por ser o primeiro cartão armazenado. Como a etiqueta foi gravada com a entidade Modelo, quando se aproxima o telemóvel, a aplicação mostra automaticamente o cartão Modelo, tal como demonstra a Figura 6.21.

Figura 6.21 - Lê cartão de uma *tag*.

6.9 Inicializar automaticamente Aplicação – *Tag*

Este caso de uso vem complementar a ideia do caso de uso anterior. Assim, após se possuir uma etiqueta já instalada com a aplicação e associada a uma entidade, quando se aproxima um telemóvel que não tem a executar a aplicação desenvolvida, esta irá automaticamente inicializar a aplicação e visualizar o cartão da entidade à qual a etiqueta está associada.

Passos:

1. Caso a aplicação móvel esteja em execução, é necessário desligá-la e colocar o telemóvel NFC no ecrã inicial – ver Figura 6.22;

Figura 6.22 - Ecrã inicial do telemóvel Nokia 6212 Classic.

2. Aproximar o telemóvel NFC da etiqueta instalada. Esta irá fazer a aplicação móvel "MIDlet Gestão de Cartões" inicializar automaticamente e visualizar o cartão da entidade associada à etiqueta. Neste caso é o cartão Modelo como se mostra na Figura 6.23.

Figura 6.23 - Lê e inicializa automaticamente a aplicação a partir de uma *tag*.

Capítulo 7

Conclusões e Trabalho Futuro

Este capítulo apresenta as conclusões extraídas a partir do projecto actual, bem como possíveis melhorias para a solução desenvolvida.

A necessidade de um sistema de comunicação na solução Cardmobili (que pretende incorporar todos os cartões de fidelização, de uma forma virtual, num dispositivo móvel) que permita aos seus futuros utilizadores comunicar entre si, simplificando a forma como estes interagem e acedem à informação que lhes é destinada no seu meio envolvente, foi a principal razão que levou a empresa ao presente estudo e desenvolvimento.

A tecnologia NFC tem um enorme potencial, que pode fazer com que venha a ser mais ubíqua que a tecnologia Bluetooth (que actualmente é uma das tecnologias de comunicação mais utilizadas pelos utilizadores para trocarem dados entre telemóveis). O NFC está actualmente em expansão com um vasto número de aplicações, e a sua utilização pode melhorar consideravelmente a solução Cardmobili a nível de funcionalidades e usabilidade. Assim, o objectivo principal deste trabalho foi o estudo da tecnologia NFC e das ferramentas disponíveis para a sua exploração, bem como dos potenciais impactos e utilizações futuras na área de negócio da Documento Crítico (as soluções virtuais de fidelização de clientes). Também se pretendeu o desenvolvimento de um protótipo que demonstrasse os conceitos estudados e que implementasse alguns dos casos de uso inovadores identificados.

A abordagem para a execução do projecto iniciou-se com um estudo intensivo do estado da arte da tecnologia NFC nas suas funções, características, normas e especificações, arquitectura, segurança, dispositivos existentes, soluções NFC no mercado internacional e nacional, e suas previsões de futuro. Foi feita também uma análise de nove tecnologias alternativas, especialmente no que respeita às suas vantagens e limitações. Do resultado destas comparações foi possível validar a escolha do NFC como a tecnologia com mais vantagens para introdução no Cardmobili. Esta escolha tem ainda mais significado tendo em conta a aposta na massificação desta tecnologia num futuro próximo, por parte de empresas muito relevantes na área (e.g. Nokia, Samsung, Sony).

Com base nos conhecimentos adquiridos com o estudo do estado da arte do NFC, conceberam-se modelos de negócio alternativos e identificaram-se casos de uso típicos.

Por fim e de modo a demonstrar os conceitos estudados e implementar alguns dos casos de uso especificados, foi desenvolvido um protótipo funcional. Este protótipo incorpora cada um dos três modos de operação distintos definidos pelo NFC Forum para o NFC, e deverá ser o ponto de partida para possíveis implementações de funcionalidades NFC na solução Cardmobili. Poderá também vir a ser útil para demonstrar capacidade tecnológica e interesse em relação à tecnologia NFC.

O protótipo funcional implementado consiste num conjunto de aplicações, sendo a mais relevante a aplicação móvel que permite ao utilizador seleccionar um cartão virtual e visualizar o seu conteúdo, assim como realizar uma série de operações baseadas na tecnologia NFC, utilizando comunicação entre dois telemóveis, assim como interagindo com etiquetas NFC. Foram também desenvolvidas aplicações que permitem demonstrar: a comunicação entre um PC e um telemóvel, através de um leitor NFC; assim como o armazenamento seguro de dados utilizando a área Java Card de um telemóvel.

Foi também criada documentação para todo o protótipo funcional desenvolvido, assim como um manual com instruções de utilização e instalação para o mesmo (ver o anexo B).

7.1 Satisfação dos Objectivos

Todos os objectivos propostos inicialmente e descritos no capítulo 1 (Introdução) foram rigorosamente cumpridos, o que se traduziu num aumento substancial do nível de conhecimentos da empresa sobre a tecnologia NFC. Assim, foram cumpridos os seguintes objectivos principais:

- Criação de um relatório com um estudo detalhado do estado da arte da tecnologia NFC e suas aplicações, bem como dos dispositivos disponíveis e ferramentas de desenvolvimento;
- Análise de novos modelos de negócio permitidos pela tecnologia NFC, o que possibilitou a identificação de casos de uso inovadores com NFC, para os quais se efectuou o desenho funcional e técnico;
- Prototipagem de alguns dos casos de uso inovadores especificados mais importantes, aplicados aos produtos de virtualização de cartões de fidelização;
- Desenvolvimento de um manual explicando detalhadamente como se procede à instalação do protótipo, e exemplificando como se executa cada um dos casos de uso implementados.

7.2 Trabalho Futuro

O estudo detalhado do estado da arte da tecnologia NFC, bem como a análise e identificação dos novos modelos de negócio possibilitados por esta tecnologia não foi uma tarefa simples, deixando pouco tempo para o desenvolvimento do protótipo funcional. Tal como referido no inicio da secção 5 (Desenvolvimento), foram apenas implementados os casos de uso com maior prioridade. Apontam-se a seguir algumas melhorias mais relevantes que foram deixadas para um desenvolvimento futuro:

- Desenvolvimento dos casos de uso especificados que não foram implementados no protótipo, tais como os pertencentes às categorias: 3.2 Campanhas Publicitárias; 3.3 Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos; 3.4 Aplicação Móvel para Gestão das Compras;
- Gravar os dados dos cartões virtuais na zona MiFare de um telemóvel, em vez de serem guardados na área Java Card do telemóvel, de forma a aumentar ainda mais os níveis de segurança;
- Inserir uma camada de encriptação que suporte os protocolos de comunicação usados, de forma a tornar a comunicação ainda mais segura;
- Certificar a aplicação móvel para permitir que esta comunique com o Elemento Seguro do telemóvel;

- Terminar a conversão da "Applet Cartões Telemóvel" de modo a conter todos os métodos que possui a "Applet Cartões Emulador", tornando assim possível que a aplicação móvel (depois de certificada) aceda aos cartões armazenados nesta *applet*.

Uma solução que utilize algumas destas funcionalidades poderá vir a fazer parte do quotidiano das pessoas num futuro próximo. No entanto será necessário criar um sistema completo que integre algumas destas funcionalidades e que armazene os cartões virtuais dos utilizadores. Este sistema deve permitir aos utilizadores criarem os seus cartões de fidelização virtualmente com a mesma estrutura dos cartões no formato físico sem que estes percam nenhuma das suas funcionalidades. Será fundamental para esta solução que exista um serviço de distribuição e instalação de *applets* via OTA efectuado por um *Trusted Service Manager* – TSM (e.g. Venyon), responsável por manipular o Elemento Seguro com as suas chaves, sem que as entidades emissoras das *applets* percam confiança na segurança do mesmo.

Referências

[2BF09] Barcodeman – Altek Instruments Ltd. *2D Barcode FAQ*, 2009. http://www.barcodeman.com/faq/2d.php (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[Aap08] MKT online.net – O portal do MARKETING. *Apresentada a primeira Prova de Mestrado sobre NFC em Portugal*, 26 de Novembro de 2008. http://www.mktonline.net/index.php?cat=1&item=12499&hrq=&PHPSESSID=6bbf1e52b3aaea72f4 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Ada09] Russ Adams. BarCode1 A web Of Information About Bar Code. *A Short History Of Bar Code*. http://www.adams1.com/history.html (alterado pela última vez no dia 9 de Março de 2009) (acedido pela última vez em 2 de Abril de 2009)

[Ale05] Emerson Alecrim. INFO Wester. *JSE, JEE e JME: uma breve explicação*, 27 de Fevereiro de 2005. http://www.infowester.com/versoesjava.php (alterado pela última vez no dia 2 de Setembro de 2007) (acedido pela última vez em 5 de Junho de 2009)

[Ale08] Emerson Alecrim. Info Wester. *Tecnologia Wi-Fi (IEEE 802.11)*, 19 de Março de 2008. http://www.infowester.com/wifi.php (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[AM08] MIFARE.net. *About MIFARE*, 2008 http://mifare.net/about/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[ARZ08] Electrónica.org. *As redes com ZigBee*. http://www2.eletronica.org/artigos/eletronica-digital/as-redes-com-zigbee (alterado pela última vez no dia 4 de Maio de 2008) (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[AtT07] The NYC Mobile Trial. *About the Trial*, 2007. http://www.mastercard.com/us/paypass/mobile/about/ (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[BBV06] Radu Ciprian Bilcu, Adrian Burian, Markku Vehvilainen. Multimedia Technologies Laboratory – Nokia Research Center. *Image Pre-Processing for Bar Code Detection in Mobile Devices*, 2006. http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=01660870

[BCB09] TALtech – Instrumental Software. *Bar Coding Basics*. http://www.taltech.com/TALtech_web/resources/intro_to_bc/bcbascs.htm (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[BCS08] BlueTomorrow.com – The Comprehensive Guide to Everything Bluetooth Related. *Bluetooth Core Specification Versions*, 2008. http://www.bluetomorrow.com/content/section/100/275/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[BD04] Lisiane Barrada, Ismael Dias. PUCRS – Faculdade de Informática. *Redes Bluetooth*, 5 de Novembro de 2004. http://www.inf.pucrs.br/~titocastro/public/redesi/trab-alunos-B2/bluetooth.ppt

[Ber04] Fax Berrini. Wow! Magazine. Nokia, Philips e Sony combinam padronização tecnológica em Comunicação via Campo Próximo (NFC), Abril de 2004. http://www.eira.com.br/wow/3,1,32,5640.htm (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Bes08] Jo Best. ZDNet Australia. *Around the world in … NFC and contactless payments*, 18 de Janeiro de 2008. http://www.zdnet.com.au/news/communications/soa/Around-the-world-in-Near-Field-Communications-NFC-/0,130061791,339285175,00.htm

[Bur07] Greg Burns. ECN Asia mag.com – The Information Centre for Design Engineers. *Managing Bluetooth profiles: A billion served*, 1 de Setembro de 2007. http://www.ecnasiamag.com/article-15487-managingbluetoothprofilesabillionserved-Asia.html (acedido pela última vez em 17 de Junho de 2009)

[But09] Dan Butcher. Mobile Marketer – The News Leader in Mobile Marketing, Media and Commerce. *MasterCard outlines mobile strategy*, 25 de Março de 2009. http://www.mobilemarketer.com/cms/news/banking-payments/2906.html

[BWA06] Bwif.org. *Advanced Broadband Wireless Internet – WiFi Advantages*, 2006. http://www.bwif.org/wifi_advantages.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[BWD06] Bwif.org. *Advanced Broadband Wireless Internet – WiFi Disadvantages*, 2006. http://www.bwif.org/wifi_disadvantages.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Can06] Matheus Candido. Feevale – Curso Técnico em Informática. *Infravermelho*, 2006. http://www2.feevale.br/interativa/acervo/2006/praticastecnico/hw/tcmatheuscandido.pdf

[Cas07] Ruth Cassidy. NFC Forum. *Call for Entries Touching the Future: NFC Forum Global Competition*, 17 de Dezembro de 2007. http://www.nfc-forum.org/news/pr/view?item_key=ffc0422bbc6504e4915ae500e4c19629dde0e5e9

[CCI06] IHS – The Source for Critical Information and Insight. *Cambridge Consultants Introduce NFC Medical Device for Management of Diabetes*, 22 de Setembro de 2006. http://engineers.ihs.com/news/2006/cambridge-nfc-diabetes.htm

[Che08] Joseph Chetie. Cambridge University Press. *Fixed-Mobile Wireless Networks Convergence – Tecnologies, Solutions, Services*, 2008.

[Che09] David W. C. Chen. MasterCArd Worldwide. More Interactive Paument with NFC, 17 de Abril de 2007. http://mobile.hkwdc.org/nfc2007/presentations/Mastercard.pdf

[Chen08] Grace Chen. UCSD Jacobs School – Department of Computer Science and Engineering. *NFC Technology,* 21 de Novembro de 2008. http://www-cse.ucsd.edu/classes/fa08/cse237a/topicresearch/gchen_tr_report.pdf

[Chi09] Dee Chisamera. EFluxMedia. *UN Report: Mobile Subscribers Reach 4.1 Billion At The End of 2008*, 3 de Março de 2009. http://www.efluxmedia.com/news_UN_Report_Mobile_Subscribers_Reach_41_Billion_At_The_End_of_2008_35577.html

[ClaA09] Sarah Clark. Near Field Communications World. *Australia's first NFC trial hailed a success*, 24 de Fevereiro de 2009. http://www.nearfieldcommunicationsworld.com/2009/02/24/3780/australias-first-nfc-trial-hailed-a-success/

[ClaC09] Sarah Clark. Near Field Communications World. *Cell Idea adds NFC to any Bluetooth phone*, 19 de Março de 2009. http://www.nearfieldcommunicationsworld.com/2009/03/19/3865/cell-idea-adds-nfc-to-any-bluetooth-phone/

[ClaG09] Sarah Clark. Near Field Communications World. *Gemalto and Oberthur developing Mifare on a SIM*, 9 de Março de 2009. http://www.nearfieldcommunicationsworld.com/2009/03/09/3830/gemalto-and-oberthur-developing-mifare-on-a-sim/

[ClaH09] Sarah Clark. Near Field Communications World. *Handset suppliers gear up for NFC*, 2 de Junho de 2009. http://www.nearfieldcommunicationsworld.com/2009/06/02/31252/handset-suppliers-gear-up-for-nfc/

[ClaM09] Sarah Clark. Near Field Communications World. *NFC Forum reveals N-Mark symbol*, 2 de Junho de 2009. http://www.nearfieldcommunicationsworld.com/2009/06/02/31255/nfc-forum-reveals-n-mark-symbol/

[ClaN09] Sarah Clark. Near Field Communications World. *NFC handset delays still to be expected says IMS Research*, 12 de Janeiro de 2009. http://www.nearfieldcommunicationsworld.com/2009/01/12/3471/nfc-handset-delays-still-to-be-expected-says-ims-research/

[CLR09] EBVElektronik – An Avnet Company. *CL RD701 – RFID Reference Design*. http://www.ebv.com/en/products/design-tools/details/type/tools/product/cl-rd701-rfid-reference-design.html?tx_ebvproductfe_pi1[sectab]=1 (acedido pela última vez em 9 de Junho de 2009)

[CoC05] NXP founded by Philips. *City of Caen, France, to demonstrate simplicity of Near Field Communication (NFC) technology*, 18 de Outubro de 2005. http://www.nxp.com/news/content/file_1193.html (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Col05] Jonathan Collins. RFID Journal. *SmarCode to Make NFC Tags*, 29 de Março de 2005.

http://www.rfidjournal.com/article/view/1472/1/1

[Col06] Jonathan Collins. RFID Journal. *Bus Riders in Hanau Use RFID to Go*, 19 de Abril de 2006. http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2276/1/1/

[Cwt06] Crambridge Consultants. *Close-proximity wireless tecnology set to improve the managemente of diabetes*, 14 de Agosto de 2006. http://www.cambridgeconsultants.com/news_pr175.html

[den09] kara deniz. Ecommerce Journal – More About Virtual Economy. *Citibank and M1 partner for mobile payments pilot in Singapore*, 3 de Abril de 2009. http://www.ecommerce-journal.com/news/14424_citibank_visa_and_m1_unite_to_launch_m_payment_trial_in_singapore

[Dev09] Near Field Communication Research Lab Hagenberg. *Devices*, 2009. http://www.nfc-research.at/index.php?id=45 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Dri07] Dave Drielos. Computing.co.uk. *Man City scores with mobile ticketing system*, 5 de Abril de 2007. http://www.computing.co.uk/computing/news/2187194/man-city-scores-mobile

[EFS08] NFC Forum. *Essentials for Successful NFC Mobile Ecosystems*, Outubro de 2008.

[Ell08] Amy-Mae Elliott. Pocket-lint Gadget News Reviews Video. *GSMA calls for more NFC-enabled handsets – Lack of decent phones holding back contactless payment*, 18 de Novembro de 2008. http://www.pocket-lint.com/news/news.phtml/19269/20293/gsma-calls-more-nfc-enabled-handsets.phtml

[eNe09] Macally™. *eNetMouse*. http://www.macally-europe.com/productpage.php?product=1186 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[eny08] enyab. Forum.Nokia.com – Driving mobile innovation. *APDU and NDEF*, 20 de Setembro de 2008. http://discussion.forum.nokia.com/forum/showthread.php?p=519953

[Eri08] Stephanie Ericksen. CARTES & Identification – VISA – NFC Forum Meeting. *Enabling Mobile Services: From Concept to Reality*, 2008.

[Ern08] Ernest-jr. Bluetooth Essentials. Bluetooth Advantages and Disadvantages, 9 de Março de 2008. http://bluetoothessentials.blogspot.com/2008/03/bluetooth-advantages-and-disadvantages.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[FAB09] Barcoding Incorporated. *Five Advantages of Barcodes*. http://www.barcoding.com/information/learn_about_barcodes.shtml (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[Fab09] Fabio. *Funcionamento IrDA*. http://www.gta.ufrj.br/grad/06_2/fabio/funcionamento.htm (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[FAQ07] NFC Forum. *Frequently Asked Questions*, 2007.

[FD09] Marcelo Fernandes Fontes, Otto Calos M. B. Duarte. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Grupo de Teleinformática e Automação. *Smart Cards para o Controlo de Acesso*.

[Fio05] Lou Fiore. CSAA – Central Station Alarm Association – since 1950. *Emerging Technologies*, 2005. http://www.csaaul.org/2005AMFioreNewTech1.pdf

[FNS06] EE Times Asia. *First NFC specs now available*, 17 de Agosto de 2006. http://www.eetasia.com/ART_8800430036_499488_NT_7a224e9c.HTM (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Fon05] Enrico Fonseca. iMasters – Por uma internet mais criativa e dinâmica. Compreendendo o J2ME, 14 de Junho de 2005. http://imasters.uol.com.br/artigo/3317/javamobile/compreendendo_o_j2me/

[Fri09] David Frija. Comunidade RFID Portugal. *Intermarché – Pagamento com RFID*, 5 de Janeiro de 2009. http://www.portalrfid.net/index.php?option=com_content&task=view&id=187&Itemid=2 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[FTG09] Tagattitude. redOrbit. *For the GSMA 2009, Tagattitude is Proud to Announce the Launch of TagPay™, the First Turnkey Mobile Platform That Works on any of the 4 Billion Mobiles Around the World*, 10 de Fevereiro de 2009. http://ro-c.redorbit.com/news/entertainment/1636698/for_the_gsma_2009_tagattitude_is_proud_to_announce_the/index.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[FTt05] Calvados stratégie. *France Telecom tests a wireless secure payment system using mobile phones*, 26 de Outubro de 2005. http://www.calvados-strategie.fr/uk/actualites/detail_actu.php?actu_id=350 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Gho02] Soma Ghosh. IBM. *J2ME record management store – Add data storage capacities to your MIDlet apps*, 1 de Maio de 2002. http://www.ibm.com/developerworks/library/wi-rms/

[Gol08] Paul Golding. Blog WirelessWanders.com. *TagAttitude - rethinking contactless*, 22 de Fevereiro de 2008. http://blog.wirelesswanders.com/2008/02/22/tagattitude-rethinking-contactless/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Har07] Yoshiko Hara. EETimes europe. *Sony has global ambitions for FeliCa smart-card tech*, 19 de Março de 2007. http://www.eetimes.eu/198001011

[HB06] Ernst Haselsteiner, Klemens Breitfuss. Philips Semiconductors. *Security in Near Field Communication - Strengths and Weaknesses,* Julho de 2006.

[HMD09] RFIDhut. *How mutch does an RFID tag cost?*, 2009. http://www.rfidhut.com/pages/How-much-does-RFID-Cost.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[ICC09] Rfid ready. *Inside Contactless Celebrates Banner Year for MICROREAD NFC Chip*, 6 de Fevereiro de 2009. http://www.rfid-ready.com/20090206791/mobile-payment/inside-contactless-celebrates-banner-year-for-microread-nfc-chip.html

[INP08] 10th GBDe Summit Sustainable e-commerce Business Society. *International NFC Payment Issue Group Activity Report*, 31 de Outubro de 2008. http://www.gbd-e.org/events/2008/summit2008/pdf/INP.pdf

[Ipm08] VIVASEMFIO.com. *Ingressos e pagamentos movies NFC*, 8 de Setembro de 2008. http://www.vivasemfio.com/blog/category/nfc_near_field_communication_forum_pan/ (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[JFM08] ContactlessNews – Contactless Smart Cards, RFID, Payment, Transit and Security. *Juniper forecasts 400 million mobile ticketing users by 2013 but growth hampered by lack of readers, NFC phones*, 21 de Outubro de 2008. http://www.contactlessnews.com/2008/10/21/juniper-forecasts-400-million-mobile-ticketing-users-by-2013-but-growth-hampered-by-lack-of-readers,-NFC-phones

[Jur08] Llse Jurrien. LetsGoMobile, an imaging network production. *Sprint cell phone payment trial*, 7 de Maio de 2008. http://www.letsgomobile.org/en/3393/sprint-cell-phone/

[Kha09] Mickey Alam Khan. Mobile Marketer, The News Leader in Mobile Marketing Media and Commerce. *Mobile commerce trial works with Jack in the Box and First Data*, 21 de Abril de 2009. http://www.mobilemarketer.com/cms/news/commerce/3074.html

[Kra03] Tom Krazit. PCWorld. *Wi-Fi Chip Prices Set to Plummet*, 28 de Maia de 2003. http://www.pcworld.com/article/110903/wifi_chip_prices_set_to_plummet.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Lea07] LeafarFilth. Plusgsm. Tudo sobre Bluetooth, 21 de Dezembro de 2007. http://www.plusgsm.com.br/forums/archive/index.php/t-40895.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Lia08] Kim Poh Liaw. SlashPhone. *Mobile Phones Equipped with Near Field Communications (NFC) to Generate $75bn worth of Payment Transactions Within 5 Years*, 4 de Agosto de 2008. http://www.slashphone.com/mobile-phones-equipped-with-near-field-communications-nfc-to-generate-75bn-worth-of-payment-transactions-within-5-years-04915

[Mad07] Gerald Madlmayr. Forum.Nokia.com – Driving mobile innovation. *JavaCard & Mifare Access (6131)*, 14 de Abril de 2007. http://discussion.forum.nokia.com/forum/showthread.php?t=105682 (acedido pela última vez em 04 de Junho de 2009)

[Mad08] Gerald Madlmayr. Near Field Communication Research Lab Hagenberg. *Evaluation of Application Platforms on Mobile Phones for NFC Applications*, 2008. http://www.nfc-research.at/fileadmin/papers/2008/11/2008_09_17_Evaluation.pdf

[MAd09] Ben Robinson. IntoMobile. *Mobilkom Austria develops NFC Mobile ticketing service*, 27 de Janeiro de 2009. http://www.intomobile.com/2009/01/27/mobilkom-austria-develops-nfc-mobile-ticketing-service.html

[McG09] Brendan McGuigan. wiseGEEK. *What is IrDA?* http://www.wisegeek.com/what-is-irda.htm (acedido pela última vez em 17 de Junho de 2009)

[Met09] Monty Metzger. MOCOM2020. *Will Near Field Communication (NFC) change the way we pay?*, 20 de Fevereiro de 2009. http://www.mocom2020.com/2009/02/will-near-field-communication-the-way-we-pay/

[Mew09] B&H Photo – Video – Pro Audio. *Macally eNetMouse with integrated NFC Reader/Writer – USB*, 2009. http://www.bhphotovideo.com/c/product/496666-REG/Macally_ENETMOUSE_eNetMouse_with_Integrated_NFC.html (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Mle09] PC GUIA. *MasterCard lança etiqueta para pagamentos com telemóvel*, 6 de Abril de 2009.

http://news.pcguia.xl.pt/noticia/23286.shtml

[MLKS08] Gerald Madlmayr, Josef Langer, Christian Kantner, Josef Sharinger. The Third International Conference on Availability, Reliability and Security. *NFC Devices: Security and Privacy*, 2008.

[MLS08] Gerald Madlmayr, Josef Langer, Josef Sharinger. 7th International Conference on Mobile Business. *Managing an NFC Ecosystem*, 2008. http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=04570168

[MMT09] IDATE Consulting & Research. *Mobile 2009 - Markets & Trends – Facts & Figures*, 2009.

[MNs07] GSM Association. *Mobile NFC services*, versão 1.0, Fevereiro de 2007. http://www.scribd.com/doc/3817759/Mobile-NFC-Services

[MO09] Bluetooth. Membership Overview, 2009. http://www.bluetooth.com/Bluetooth/SIG/Membership/ (acedido pela última vez em 17 de Junho de 2009)

[MS09] School Of Industrial Engineering – Purdue University. *Magnetic Stripe*. http://cobweb.ecn.purdue.edu/~tanchoco/MHE/ADC-is/Magnetic/main.shtml (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[NDD09] Forum.Nokia.com – Driving mobile innovation. *Near Field Communication*. Developer Discussion Boards. http://discussion.forum.nokia.com/forum/forumdisplay.php?f=144. (acedido pela última vez em 9 de Junho de 2009)

[Nea09] Forum.Nokia.com – Driving mobile innovation. *Near Field Communication*. http://www.forum.nokia.com/Resources_and_Information/Explore/Mobile_Technologies/Near_Field_Communication/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[NFN06] NFC Forum. *NFC Forum News Confrence*, 5 de Junho de 2006.

[NFo08] NFC Forum. *NFC Forum 2004-2008 – Creating the Vision and Making it Happen*, 4 de Novembro de 2008.

[NFS09] NFC Forum. *NFC Forum Specifications*, 2009. http://www.nfc-forum.org/specs/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[NGW06] Broadcom Corporation. *802.11n: Next-Generation Wireless LAN Technology*, Abril de 2006. http://www.broadcom.com/docs/WLAN/802_11n-WP100-R.pdf

[NiR07] Andreas JakI's. Forum.Nokia.com – Driving mobile innovation. *Near Field Communication in Real Life*, 20 de Fevereiro de 2007. http://blogs.forum.nokia.com/blog/andreas-jakls-forum-nokia-blog/2007/02/20/near-field-communication-in-real-life (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Nir09] Innovision Research & Technology. Near Field Communication in the real world – part II – Using the right NFC tag type for the right NFC application. http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/Innovision_whitePaper2.pdf

[NOL06] Yuji Wilker Nakahati, Flávio Augusto R. de Oliveira, Silas Lima. Universidade de Brasília – Instituto de Ciências Exatas. *Padrões para redes sem fio (IEEE 802.11x WLAN)*, 24 de Agosto de 2006. http://www.cic.unb.br/~bordim/TD/Arquivos/G09_Monografia.pdf

[Npc09] INTERACTION – As Simple as Touch. *NFC pilot cases*. http://ttuki.vtt.fi/smarttouch/www/index.php?info=case (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[NRW08] NFC PLAZA.com online NFC shop. *NFC Readers Writers*, 2008. http://www.nfcplaza.com/pages/page.aspx?c=productdetail&aid=1195 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[NRW09] Topshop NETSTORE. *NFC Readers/Writers*. http://toptunniste.fi/topshop/product_catalog.php?c=56 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[NT09] Topshop NETSTORE. *NFC Tags*. http://toptunniste.fi/topshop/product_catalog.php?c=48 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[NTH09] Near Field Communication Research Lab Hagenberg. *NFC-Trial Hagenberg*. http://www.nfc-research.at/index.php?id=5 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[NTT09] PR Newswire, United Business Media - News & Information. *NFC Technology Takes its Next Step With the Nokia 6216 Classic*, 23 de Abril de 2009. http://news.prnewswire.com/ViewContent.aspx?ACCT=109&STORY=/www/story/04-23-2009/0005011446&EDATE

[OCo09] Mary Catherine O'Connor. RFID Journal. Moversa Debuts Universal NFC Chip, 17 de Fevereiro de 2009. http://www.rfidjournal.com/article/view/4625/1

[OMN06] Smart Technology from OMNIKEY. *OMNKEY 5321 RFID*, 2006. http://www.omnikey.com/?id=products&tx_okprod_pi1[product]=41 (acedido pela última vez em 9 de Junho de 2009)

[OP09] Cell Idea. *Our Products*. http://www.cell-idea.com:8080/Virtual_Shop/productList.jsp (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[OSC09] PT Tech FAQ. *O que é um Smart Card?*. http://pt.tech-faq.com/smart-card.shtml (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[Pau07] Annika Paus. Seminararbeit Ruhr-Universitat Bochum. *Near Field Communication in Cell Phones*, 24 de Julho de 2007. http://www.crypto.rub.de/imperia/md/content/seminare/itsss07/near_field_communication_in_cell_phones.pdf

[PBA06] Nokia – Giesecke & Devrient. *Press Backgrounder - About Near Field Communication (NFC)*, Junho de 2006. http://www.gdai.com/pls/portal/docs/page/UI_TEMPLATE_CONTENT/Nokia_Press_Release.pdf

[PBM07] GSMA. *Pay-Buy-Mobile Business Opportunity Analysis – Public White Paper*, version 1.0, Novembro de 2007. http://www.gsmworld.com/documents/gsma_pbm_white_paper_11_2007.pdf

[PCV08] Stefano Puglia, Irene Cappiello, Andrea Vitaletti. WLab wireless Ideas. *Near Field Communication (NFC)*, 7 de Março de 2008. http://www.dis.uniroma1.it/~vitale/assets/files/SRW0708/seminario_Puglia_NFC.pdf

[PhD08] Silva G. Narendra Ph.D. Tyfone, Inc. *Interoperable Secure Element – Key to consumer's freedom of choice*, 2008. http://www.ftc.gov/bcp/workshops/payonthego/presentations/narendra.pdf

[Pro09] Cell Idea. *Products*. http://www.cell-idea.com/index.files/Products.htm (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[RBG09] TutorialsWeb – A home for tutorials.com. *RFID: A Beginner's Guide*. http://www.tutorialsweb.com/rfid/introduction-to-radio-frequency-identification.htm#Disadvantages%20of%20RFID: (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[RFI09] RFID Innovations. *RFID*. http://www.rfidinnovations.eu/rfid.php?l=en (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Rin02] Randy Ringer. Microsoft. *Microsoft Makes Wireless Networking a Snap*, 11 de Julho de 2002. http://www.microsoft.com/presspass/features/2002/Jul02/07-11wirelessqa.mspx (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Rou08] Rousu J. University Oulu – Department of Electrical and Information Engineering. *Virtual File Repository For Mobiles Phones*, 2008. http://www.ee.oulu.fi/research/isg/files/pdf/Jarkko%20Rousu%20-%20MScThesis%20-%20Virtual%20File%20Repository%20for%20Mobile%20Phones.pdf

[RQc08] Fred Destin. Realeyes3D / Qipit cracks 1-D barcode, 15 de Fevereiro de 2008. http://www.freddestin.com/blog/2008/02/realeyes3d-qipi.html (acedido pela última vez em 2 de Abril de 2009)

[RTA06] TargetWoman.com. *RFID Technology – RFID Application*, 2006. http://www.targetwoman.com/articles/rfid.html (alterado pela última vez no dia 25 de Março de 2009) (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Rup08] Paul Ruppert. Mobile Point View by Paul Ruppert. MWC: Slick Sightings in Barcelona part 2, 21 de Fevereiro de 2008. http://paulrruppert.typepad.com/blog/2008/02/slick-sightings.html (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[RV08] ETB – Escola Técnica de Brasília. *Revista Virtual*, edição de Junho de 2008.

[Saa08] Mikko Saarisalo. Nokia. *NFC päätelaitevalmistajan näkökulmasta*, 2008. http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/VAMOS/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ja_aktivointi/Esitysaineisto/kansalaisen_kosketusteknologia_2008-05-13/Mikko_Saarisalo_NFC-2008-05-13.pdf

[Sag09] GSM Arena. *Sagem my700X*, 2009. http://www.gsmarena.com/sagem_my700x-1432.php (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Sar08] Claudia Sargento. Semana Informática. *Link Consulting apresenta parquímetro Digital*, 24 de Julho de 2008. http://www.semanainformatica.xl.pt/892/act/500.shtml

[SC09] School Of Industrial Engineering – Purdue University. *Smart Cards*. http://cobweb.ecn.purdue.edu/~tanchoco/MHE/ADC-is/Smartcards/main.shtml (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[SCD09] FUTAKO CO, LTD. *Smart Card Development*. http://smartcard.futako.net/Index.aspx?p0=AAT1P0000012&p1=4&p2=1&p3=1&p4=0&p5=1 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Sev09] Rosane Severo. RH Portal. *O Estigma do Excesso De Cartões De Fidelidade*. http://www.rhportal.com.br/artigos/wmview.php?idc_cad=nuvunw69i#i (acedido pela última vez em 31 de Março de 2009)

[Sil07] André Teixeira da Silva. FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. *Uma breve abordagem ao protocolo ZigBee*, 2007. http://paginas.fe.up.pt/~ee02055/info_zigbee.pdf

[Sio09] Jérôme Sion. Gemalto. *Learning from the field*.

[SNF09] Giesecke & Devrient Creating Confidence. *Secure NFC*, 2009. http://www.gi-de.com/portal/page?_pageid=42,127326&_dad=portal&_schema=PORTAL (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[SNN09] Forum.Nokia.com – Driving mobile innovation. *Series 40 Nokia 6212 NFC SDK*. http://www.forum.nokia.com/Tools_Docs_and_Code/Tools/Plug-ins/Enablers/Series_40_Nokia_6212_NFC_SDK/ (acedido pela última vez em 17 de Junho de 2009)

[Sps07] Transport for London. *Smart posters show passengers the way*, 22 de Agosto de 2007. http://www.tfl.gov.uk/corporate/media/newscentre/archive/5832.aspx (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[STB09] INTERACTION – As Simple as Touch. *SmartTouch – Browsing Through Smart Objects Around You*. http://ttuki.vtt.fi/smarttouch/www/index.php?info=whatissmarttouch (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[Stu00] Stuart Williams. HP Laboratories. IEEE Personal Communications. *IrDA: Past, Present and Future*, Fevereiro de 2000. http://www.cs.colorado.edu/~rhan/CSCI_7143_001_Fall_2002/Papers/Williams2000_IRDA.pdf

[Sut02] Ed Sutherland. Wi-Fi Planet. *Insights News-Field Communications*, 27 de Setembro de 2002. http://www.wi-fiplanet.com/columns/article.php/1471871 (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Tag09] Tagattitude. *Tagattitude is Proud to Announce the Launch of TagPay™, the First Turnkey Mobile Payment Platform*, 10 de Fevereiro de 2009. http://transactiondirectory.com/pdfReader.jsp?document=/docs/Tagattitude021109.pdf

[TNF09] NFC Forum. *The NFC Forum – About Us*, 2009. http://www.nfc-forum.org/aboutus/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[TSC09] C&S Future – Proof Your Business. Technology Smart Cards, 2009. http://www.casatyam.com/InfoZone/Technology_SmartCards.asp (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[UNv09] Gemalto security to be free. *UpTeq™ NFC – video*. http://www.gemalto.com/telecom/upteq/nfc.html (acedido pela última vez em 31 de Março de 2009)

[WAP09] Wikipedia. *APDU*. http://en.wikipedia.org/wiki/APDU (alterado pela última vez no dia 9 de Maio de 2009) (acedido pela última vez em 4 de Junho de 2009)

[War09] Narada Warakagoda. Telenor. *Near Field Communication (NFC) Opportunities & Standards*. http://www.umts.no/files/081028%20nfc_standards_payments%20Narada.pdf

[WBT08] BlueTomorrow.com – The Comprehensive Guide to Everything Bluetooth Related. *What is Bluetooth Technology*, 2008. http://www.bluetomorrow.com/content/section/10/37/ (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[WDr05] Geekzone. *Wireless Dynamics releases RFID read / writer SD card*, 15 de Março de 2005. http://www.geekzone.co.nz/content.asp?contentid=4225 (acedido pela última vez em 27 de Março de 2009)

[WF09] Wikipedia. *FeliCa*. http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_FeliCa (alterado pela última vez no dia 7 de Março de 2009) (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[WIDA08] Wikipedia. *Infrared Data Association*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Infrared_Data_Association (alterado pela última vez no dia 5 de Dezembro de 2008) (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[Wil09] Andy Williams. NFCNews, Near Field Communications Handsets and Tags, NFC Pilots and Projects. Economy, standards stand in the way of NFC, 20 de Abril de 2009. http://www.nfcnews.com/2009/04/20/economy-standards-stand-in-the-way-of-nfc

[WJC09] Wikipedia. *Java Card*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Java_Card (alterado pela última vez no dia 9 de Abril de 2009) (acedido pela última vez em 4 de Junho de 2009)

[WRF09] Wikipedia. *Radio-frequency identification.* http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification (alterado pela última vez no dia 26 de Março de 2009) (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[WSC09] Wikipedia. *Smart Card*. http://pt.wikipedia.org/wiki/Smart_card (alterado pela última vez no dia 15 de Março de 2009) (acedido pela última vez em 25 de Março de 2009)

[WT09] Telecommunications Consultants India Ltd – A Government of India Enterprise. *Wi-Fi Tecnology*. http://www.tcil-india.com/new/new_site/white%20paper/TCIL%2010%20WiFi%20Technology.ppt

[WTI09] I-nigma. *Welcome to i-nigma – the fast-track to the mobile internet*, 2009. http://www.i-nigma.com/personal/ (acedido pela última vez em 17 de Junho de 2009)

[WTT08] Tagattitude Paving the way to NFC. Welcome to Tagattitude, 2009. http://www.tagattitude.fr/Default.aspx?alias=www.tagattitude.fr/en (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

[WWF09] Wikipedia. *Wi-Fi*. http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi (alterado pela última vez no dia 26 de Março de 2009) (acedido pela última vez em 26 de Março de 2009)

Glossário

ABI Research é uma empresa de investigação de marketing com sede em Nova York.

ad-hoc uma rede de computadores *ad-hoc* é aquela na qual todos os terminais funcionam como um *router*, encaminhando de forma comunitária as comunicações advindas dos seus terminais vizinhos.

Advanced Card Systems Ltd é uma empresa com sede em Hong Kong desde 1995, sendo conhecida por fornecer para todo o mundo a tecnologia *Smart Card* e seus respectivos leitores.

Applet é uma aplicação que é executada no contexto de outro programa. Neste caso, são aplicações que se executam embebidas nos Java Cards.

ASK *(Amplitude Shift Keying)* é uma forma de modulação digital que representa os dados como variações na amplitude de uma onda portadora.

BART (*Bay Area Rapid Transit*), Sistema de transportes da área da baía de São Francisco.

Bluetooth SIG (*Bluetooth Special Interest Group*) é o órgão que supervisiona o desenvolvimento de padrões Bluetooth e o licenciamento das tecnologias Bluetooth e de marcas de fabricantes.

Bull é uma empresa francesa de informática, com a sede em Les Clayes-sous-Bois, fora de Paris.

Calypso, associada à norma ISO 14443B, é um padrão de sistemas de bilhética electrónica para cartões inteligentes *contactless,* originalmente concebido por um grupo Europeu de operadores de trânsito, que garante múltiplas fontes de produtos compatíveis, o que torna possível a interoperabilidade entre os vários operadores na mesma área.

Cambridge Consultants é uma empresa internacional de desenvolvimento tecnológico e consultoria.

CeBIT é a maior exposição comercial do mundo no domínio dos serviços de telecomunicações digitais e Tecnologias de Informação.

Cell Idea é uma empresa jovem e inovadora com a sede em Hong Kong.

Coercividade consiste na capacidade de um elemento em resistir à reorientação das suas partículas (quanto maior for a coercividade do material, mais estáveis e seguras serão as memórias com ele produzidas).

Comunicação *contactless* consiste numa comunicação na qual não existe contacto directo entre os intervenientes.

Diffie-Hellman é um método de criptografia desenvolvido por Whitfield Diffie e Martin Hellman e publicado em 1976.

Domótica é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais.

e.g. significa "por exemplo", provêm do latim "*exempli gratia*".

Eclipse é uma plataforma de desenvolvimento de software *open source*.

Eclipseme é um *plug-in* que permite a um programador desenvolver aplicações móveis em Java no IDE Eclipse.

Ethernet é uma tecnologia de interconexão para redes locais – *Local Area Network* (LAN), baseada no envio de pacotes.

FeliCa é uma tecnologia/norma de cartões com chips *contactless* que foi desenvolvida pela Sony, tendo sido adoptada em larga escala em muitos países asiáticos.

First Data é uma empresa provedora de soluções de comércio electrónico e de pagamentos.

Fotodíodo é um componente electrónico e um tipo de fotodetector.

Gemalto é uma empresa que oferece soluções em segurança digital de ponta a ponta projectadas para tornar as interacções pessoais mais convenientes, seguras e agradáveis.

Giesecke & Devrient (G&D) é uma empresa Alemã, com sede em Munique, que fornece cartões inteligentes.

GPShell permite instalar a *applet* com extensão ".cap" no Elemento Seguro de um telemóvel NFC, através de um leitor NFC externo.

GSMA Mobile Innovation, por mais de 14 anos, a GSMA tem promovido a inovação móvel e a partilha de ideias em todo o mundo, tornando-se a associação comercial móvel maior do mundo. Os seus objectivos é assegurar que os telemóveis e os serviços *wireless* continuam a melhorar e evoluir.

i.e. significa "isto é" ou "por outras palavras", provêm do latim "*id est*".

IMS Research foi fundada em 1989, sendo um dos principais fornecedores de estudos de mercado pormenorizados e de qualidade à indústria electrónica.

INSIDE Contactless é uma organização que aposta nas tecnologias e soluções *contactless*.

***Interactive Voice Response* (IVR)** é uma tecnologia interactiva que permite a um computador detectar voz e sinais telefónicos no decorrer de uma chamada.

Java Swing é uma API Java para interfaces gráficas.

***Java Card Development Kit* (JCDK)** permite compilar a classe desenvolvida na tecnologia Java Card e gerar o ficheiro com extensão ".cap" utilizado para instalar a *applet* no Elemento Seguro de um telemóvel.

JSR 177 define uma biblioteca opcional de Java ME que aumenta as suas funcionalidades ao nível da segurança e permite às aplicações móveis aceder à área Java Card.

JSR 257 é uma API de Java ME que possui a interface ISO 14443 para comunicar com *Smart Cards*.

key fob é geralmente um objecto decorativo e por vezes pode ser útil, muitas vezes as pessoas transportam-no juntamente com as suas chaves.

Link Consulting é uma empresa portuguesa de consultadoria e de engenharia no sector das Tecnologias de Informação.

Logical Link Control Protocol (LLCP), é uma especificação do NFC definida pelo NFC Forum para suportar ligações P2P entre dois dispositivos NFC.

Manchester Coding Método de codificação de dados usado na comunicação, por exemplo, em algumas redes locais, este combina dados e sinais de sincronização em um mesmo fluxo de Bits.

MIDlet é uma aplicação móvel, desenvolvida em Java para dispositivos móveis.

MiFare norma *open-source*, criada pela Philips e regularizado pela NXP Semiconductors. O MiFare utiliza-se em centenas de diversas aplicações, como portagens rodoviárias, cartões de acesso e cartões telefónicos.

Mobicomp é uma empresa portuguesa completamente dedicada ao desenvolvimento de soluções de negócio assentes em tecnologias de computação e comunicações móveis e vocacionada para a implementação de soluções inovadoras que tirem partido de processos e ambientes tecnológicos pré-existentes. Em Julho de 2008 a Mobicomp foi adquirida pela Microsoft.

Movensis é uma empresa portuguesa, criada em 2000, posicionada no mercado de desenvolvimento de soluções móveis.

NetBeans é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) gratuito e de código aberto para desenvolvedores de software na linguagem Java.

Nokia PC Suite é uma aplicação, disponibilizada pela Nokia, utilizada para estabelecer uma interface entre dispositivos móveis Nokia e computadores que possuem o sistema operativo Windows.

NXP Semiconductors é a empresa líder da indústria de transacções de cartões inteligentes *contactless*.

NXP Semiconductors é líder da indústria de transacções de cartões inteligentes *contactless*.

open source refere-se ao software livre, ou seja, aquele que respeita as quatro liberdades definidas pela *Free Software Foundation*.

Piconet é uma rede constituída por dispositivos Bluetooth que se ligam entre si, de uma forma *ad-hoc*.

POS (Point-of-Sale ou Posto de Venda) pode ser uma loja, o local onde se efectuam os pagamentos numa loja, ou um local onde uma transacção financeira ocorre.

Router é um aparelho que, numa rede de comutação por pacotes, é responsável pelo encaminhamento dos pacotes de informação desde a sua origem até ao seu destino.

Schlumberger é a maior empresa de serviços petrolíferos a nível mundial, operando aproximadamente em 80 países, com cerca de 82.000 empregados.

Sharp é uma empresa japonesa electrotécnica que foi fundada em 1912.

Sprint é uma empresa americana de telecomunicações que produz telemóveis NFC.

Stakeholders, em português define-se por "parte interessada", este é um termo utilizado na administração que se refere a qualquer pessoa ou entidade que afecta ou é afectada pelas actividades de uma empresa.

Sun é uma empresa fabricante de computadores, semicondutores e software com sede na Califórnia.

SWP (*Single Wire Protocol*) é a especificação para uma ligação única entre o SIM e o chip NFC.

transponder ou **transpondedor** (abreviação de *Transmitter-responder*) é um dispositivo de comunicação electrónico complementar de automação e cujo objectivo é receber, amplificar e retransmitir um sinal em uma frequência diferente ou transmitir de uma fonte uma mensagem pré-determinada em resposta à outra pré-definida "de outra fonte".

UML (*Unified Modeling Language*) é uma linguagem de modulação para os artefactos de um sistema no domínio da engenharia de software.

Venyon é uma empresa global de serviços móveis que desenvolve e opera uma plataforma de serviços versátil e segura para fornecer e gerir aplicações OTA (*Over The Air*) para o consumidor.

Vicinity Cards é uma etiqueta RFID, pertencente à norma ISO 15693, que permite aos cartões serem lidos a partir de uma distância maior em relação aos cartões inteligentes de proximidade (que possui um alcance com cerca de três polegadas).

Anexo A

Descrição Detalhada dos Casos de Uso

Este documento fornece a especificação dos Casos de Uso que poderão ser futuras funcionalidades a ser implementadas como melhorias no protótipo funcional desenvolvido.

Os Casos de Uso subdividem-se em quatro distintas categorias:

- Aplicação Móvel para Gestão de Cartões (Figura 3.1);
- Campanhas Publicitárias (Figura 3.2);
- Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos (Figura 3.3);
- Aplicação Móvel para Gestão das Compras (Figura 3.4).

Este documento termina com uma descrição de outras funcionalidades inovadoras possíveis de implementar com a tecnologia NFC.

A.1 Aplicação Móvel para Gestão de Cartões

A.1.1 Trocar Cartões de Fidelização

Descrição: Na aplicação móvel de gestão dos cartões criar uma nova funcionalidade que permite a um utilizador A enviar um cartão de fidelização ao utilizador B, sendo na prática, um convite/recomendação de que o utilizador B se registe como cliente da empresa a que está associado o cartão.

A.2 Campanhas Publicitárias

Os casos de uso pertencentes a esta categoria estão relacionados com as campanhas publicitárias criadas pelos comerciantes e que são dirigidas ao consumidor. Assim, um consumidor quando entra num estabelecimento de um comerciante poderá interagir com os cartazes inteligentes expostos, que contêm campanhas publicitárias, promoções, etc. Este ao interagir poderá transferir via Bluetooth ou pela internet o cartaz publicitário (formato pdf) para o seu telemóvel NFC, ou então, ao colocar o seu telemóvel próximo de um produto interessante no cartaz, este irá transferir o produto (formato de imagem) para o seu telemóvel. Funcionando assim como um apoio à memória, para quando for efectuar as compras, este recordar o produto que lhe captou a atenção.

Igualmente importante e bastante útil para os utilizadores, é o caso de uso que permite aos utilizadores ao entrarem num estabelecimento (com Wi-Fi) poderem se ligar à rede Wi-Fi de modo a obter acesso à internet. Para isso basta ao utilizador aproximar o seu telemóvel NFC de um leitor que irá efectuar o emparelhamento automático entre o dispositivo e a rede Wi-Fi.

A.2.1 Transferir Campanha publicitária

Actores: Utilizador, Leitor NFC.

Cenário: O utilizador encontra-se num estabelecimento de um comerciante (equipado com a tecnologia NFC) e pretende transferir para o seu telemóvel uma campanha publicitária.

Observações: Esta funcionalidade como utiliza o modo Ponto-a-Ponto (P2P) permite que dois dispositivos troquem dados entre si. Neste caso quando o utilizador aproxima o seu telemóvel NFC de um leitor NFC, este irá emparelhar uma ligação Bluetooth entre os dois dispositivos, sendo de seguida transferida a campanha publicitária (formato pdf) via Bluetooth para o telemóvel do utilizador.

Pré-condições:

- O utilizador já se encontra registado (o registo está activo);
- O utilizador possui espaço livre em memória no seu telemóvel NFC, suficiente para que a transferência seja bem sucedida;
- O utilizador necessita de aproximar o telemóvel, a cerca de 3 cm de distância do leitor NFC, para que suceda o emparelhamento do bluetooth entre os dois dispositivos.

Pós-condições:

- O utilizador recebe a campanha publicitária no seu telemóvel em formato pdf que fica guardado na pasta "NFC Cardmobili\Campanhas".

Passos:

1. O utilizador aproxima o telemóvel do leitor NFC, localizado por exemplo à entrada dos estabelecimentos;
2. O leitor NFC efectua o emparelhamento do Bluetooth entre os dois dispositivos;
3. O leitor NFC envia a campanha publicitária em formato pdf para o telemóvel do utilizador;
4. O utilizador recebe uma mensagem no seu telemóvel a perguntar se quer efectuar a transferência da campanha publicitária;
5. Se o telemóvel NFC do utilizador possuir suficiente espaço em memória para que a transferência da campanha publicitária ocorra com sucesso, e este aceite a sua transferência, a campanha publicitária será guardada na pasta "NFC Cardmobili\Campanhas" do telemóvel;
6. Caso o utilizador não aceite a transferência, ou o telemóvel não possua espaço suficiente, esta é cancelada.

A.2.2 Sincronizar Ligação Wi-Fi

Actores: Utilizador, Leitor NFC.

Cenário: O utilizador encontra-se num estabelecimento de um comerciante e quer se ligar à rede Wi-Fi disponibilizada pelo comerciante.

Observações: O utilizador entra num estabelecimento e pretende ligar-se à rede Wi-Fi disponibilizada pelo comerciante. Para tal, o utilizador aproxima o seu telemóvel de um leitor NFC e aguarda que este faça o emparelhamento automático da ligação Wi-Fi, que só se irá

efectuar caso seja já seja um cliente desse comerciante. Assim o utilizador poderá navegar pela internet dentro do estabelecimento e por exemplo consultar os preços online dos produtos.

Pré-condições:

- O utilizador já se encontra registado (o registo está activo);
- O telemóvel do utilizador suporta ligações Wi-Fi;
- O utilizador necessita de aproximar o telemóvel, a cerca de 3 cm de distância do leitor NFC, e aguarda que este faça o emparelhamento automático da ligação Wi-Fi.

Pós-condições:

- O utilizador recebe uma mensagem a informar se a ligação foi estabelecida com sucesso ou insucesso.

Passos:

1. O utilizador aproxima o telemóvel do leitor NFC, localizado por exemplo, á entrada do estabelecimento;
2. O leitor NFC efectua o emparelhamento da ligação Wi-Fi entre os dois dispositivos, e envia uma mensagem a indicar se foi estabelecida com sucesso;
3. O utilizador recebe uma mensagem que o informa se a ligação Wi-Fi foi estabelecida com sucesso;
4. Caso o telemóvel do utilizador suporte Wi-Fi e a mensagem recebida indique que a ligação foi bem estabelecida, este poderá navegar livremente pela internet, senão recebe uma mensagem a indicar o problema que impossibilitou essa ligação.

A.2.3 Ler Cartaz Inteligente

Actores: Utilizador, Etiqueta NFC.

Cenário: O utilizador encontra-se num estabelecimento de um comerciante e pretende transferir para o seu telemóvel NFC uma campanha publicitária que está afixada num placar.

Observações: Este é uma alternativa ao caso de uso "A.2.1 Transferir Campanha publicitária". Num dos cantos de um cartaz inteligente encontra-se uma etiqueta NFC que é activada quando o utilizador aproxima o seu telemóvel. A etiqueta irá de seguida enviar para o telemóvel uma hiperligação com o endereço da campanha publicitária. Se o utilizador tiver acesso à internet pode assim transferir a campanha publicitária (em formato pdf) para o seu telemóvel. Esta funcionalidade é um exemplo de utilização que implementa o modo de operação NFC Leitura/Escrita uma vez que o utilizador será capaz de ler etiquetas NFC.

Pré-condições:

- O utilizador já se encontra registado (o registo está activo);
- O utilizador possui espaço livre em memória no seu telemóvel NFC, suficiente para que a transferência seja bem sucedida;
- O utilizador necessita de aproximar o telemóvel, a cerca de 3 cm de distância da etiqueta NFC, para que possa receber a hiperligação com o endereço online da campanha publicitária;
- O utilizador precisa de ter acesso à internet para puder transferir a campanha publicitária.

Pós-condições:

- O utilizador recebe a campanha publicitária no seu telemóvel em formato pdf que fica guardado na pasta "NFC Cardmobili\Campanhas".

Passos:

1. O utilizador aproxima o telemóvel da etiqueta NFC, localizada num dos cantos de um cartaz inteligente referente a uma campanha publicitária;
2. A etiqueta NFC envia a hiperligação com o endereço online da campanha publicitária para o telemóvel do utilizador;
3. O utilizador recebe uma mensagem com a hiperligação, a perguntar se quer efectuar a transferência do ficheiro pela internet;
4. Se o telemóvel NFC do utilizador possuir suficiente espaço em memória para que a transferência da campanha publicitária ocorra com sucesso, e este aceite a sua transferência pela internet, a campanha publicitária será guardada na pasta "NFC Cardmobili\Campanhas" do telemóvel;
5. Caso o utilizador não aceite a transferência, ou o telemóvel não a permita, esta é cancelada.

A.2.4 Ler Produto Cartaz Inteligente

Actores: Utilizador, Etiqueta NFC.

Cenário: O utilizador encontra-se num estabelecimento de um comerciante NFC e pretende transferir para o seu telemóvel NFC a foto de um produto acompanhada da descrição e preço que está afixada num placar.

Observações: O utilizador entra num estabelecimento, e consulta as promoções actuais num cartaz publicitário, de seguida encontra um produto que lhe interessa. Este aproxima o seu telemóvel NFC do produto, com intenção de o transferir juntamente com a sua informação para o seu telemóvel. Cada produto no cartaz inteligente possui uma etiqueta NFC que contém, num formato de imagem, uma foto e dados (i.e. preço e descrição). Este caso de uso pode-se considerar como um apoio à memória do utilizador.

Pré-condições:

- O utilizador já se encontra registado (o registo está activo);
- O utilizador possui espaço livre em memória no seu telemóvel NFC, suficiente para que a transferência seja bem sucedida;
- O utilizador necessita de aproximar o telemóvel, a cerca de 3 cm de distância da etiqueta NFC, para que possa receber a imagem do produto em questão.

Pós-condições:

- O utilizador recebe o produto no seu telemóvel em formato de imagem que fica guardado na pasta "NFC Cardmobili\Produtos".

Passos:

1. O utilizador aproxima o telemóvel da etiqueta NFC, localizada em cada um dos produtos de um cartaz inteligente referente a uma campanha publicitária;
2. A etiqueta NFC envia a imagem para o telemóvel do utilizador;
3. O utilizador recebe uma mensagem com a imagem, a perguntar se quer guardar a imagem no seu telemóvel;
4. Se o telemóvel NFC do utilizador possuir suficiente espaço em memória para que a gravação do produto ocorra com sucesso, e este aceite a sua gravação, a campanha publicitária será guardada na pasta "NFC Cardmobili\Produtos" do telemóvel;
5. Caso o utilizador não aceite a gravação, ou o telemóvel não a permita, esta é cancelada.

A.3 Jogo: Aplicação que permite apostar e trocar Pontos

Esta aplicação terá o formato de um jogo, na qual dois utilizadores poderão trocar pontos de um modo mais interactivo. Sendo necessário que ambos os utilizadores entrem na aplicação, e possuem o cartão para o qual será estabelecida a aposta de pontos.

Caso o utilizador A queira desafiar o utilizador B para um jogo, este após seleccionar o cartão com o qual quer apostar pontos, terá de indicar o número de pontos a apostar. De seguida, irá receber um alerta que lhe informa que deve aproximar o seu telemóvel do telemóvel do utilizador B. Depois o utilizador B recebe uma mensagem que indica o número de pontos que está em aposta e a perguntar se aceita o desafio. Em caso afirmativo, será efectuado o emparelhamento de uma ligação Bluetooth entre os telemóveis de ambos os utilizadores.

Neste momento, os utilizadores já podem iniciar o jogo (e.g. Snake, Tetris, etc.), e o utilizador que obtiver um maior número de pontos irá sair vencedor, recebendo de seguida todos os pontos que foram apostados. Os pontos serão transferidos através da ligação Bluetooth emparelhada anteriormente via NFC.

De forma a incentivar e criar alguma competitividade entre os utilizadores, esta aplicação pode possuir uma funcionalidade que permite consultar estatísticas (i.e. ver o número de vitórias, derrotas, pontos ganhos, etc.).

A.3.1 Seleccionar Cartão

Actores: Utilizador.

Cenário: Os dois utilizadores após abrirem o jogo percorrem pelos cartões existentes, e seleccionam um que detenham em comum.

Observações: Este caso de uso pode ser implementado em vários jogos, um exemplo seria um jogo semelhante ao jogo popular *Snake*. Após ambos os jogadores entrarem e se autenticarem no jogo através dos seus telemóveis, estes podem navegar entre os cartões instalados que incorporam pontos, e seleccionar o cartão com o qual pretendem efectuar a aposta com dos seus pontos. O modo de navegação pode ser implementado de duas maneiras que se podem complementar, o utilizador pode percorrer os cartões individualmente pela lista de cartões, ou pode ir digitando o nome do cartão, enquanto a aplicação vai filtrando pelos cartões existentes. Esta opção é muito importante, isto porque quando o utilizador possuir muitos cartões com pontos, o acesso ao cartão pretendido tem de ser rápido e simples.

Pré-condições:

- Os dois utilizadores já estão registados (os registos estão activos);
- Os dois utilizadores possuem o jogo instalado nos seus telemóveis;
- Ambos possuem pelo menos um cartão com pontos, registado na aplicação móvel;
- Os dois utilizadores entram no jogo e autenticam-se com as suas contas.

Pós-condições:

- Os dois utilizadores seleccionam um cartão com pontos.

Passos:

1. O utilizador A e B (os dois utilizadores que vão interagir) entram no jogo;
2. Ambos os utilizadores se autenticam no jogo para acederem aos seus cartões;
3. No ecrã inicial aparece opções para seleccionar o cartão e consultar estatísticas;
4. É possível seleccionar um cartão de duas formas:

a. Decidem percorrer individualmente cartão a cartão de uma lista de cartões e seleccionam o que pretendem;
b. Decidem digitar o nome do cartão, e à medida que vão escrevendo, a aplicação vai filtrando os cartões visíveis pertencentes à aplicação, e de seguida podem percorrer entre os cartões filtrados até seleccionarem o pretendido.

A.3.2 Apostar Pontos

Actores: Utilizador.

Cenário: Os dois utilizadores logo depois de seleccionarem um cartão em comum podem apostar pontos, que serão ganhos no final do jogo pelo vencedor.

Observações: Após os utilizadores A e B seleccionarem o cartão, estes podem apostar um número de pontos que tem de ser igual para os dois utilizadores. Após fazerem a aposta, estes necessitam de aproximar (cerca de 3 cm) os dois dispositivos para se efectuar um emparelhamento de uma ligação Bluetooth entre os dispositivos.

Pré-condições:

- Os dois utilizadores já estão registados (os registos estão activos);
- Os dois utilizadores seleccionaram o mesmo cartão virtual com pontos;
- Ambos introduziram o mesmo número de pontos a apostar, e esse número não pode ser superior ao número de pontos que cada um possui respectivamente no seu cartão virtual;
- Os dois utilizadores aproximam os seus dispositivos para se emparelhar uma ligação Bluetooth e verificar que ambos seleccionaram o mesmo cartão e que introduziram o mesmo número de pontos.

Pós-condições:

- Os dois utilizadores seleccionaram o mesmo cartão e fizeram uma aposta válida;
- Estabeleceu-se uma ligação Bluetooth entre os dois dispositivos;
- Aparece em ambos utilizadores uma opção para se iniciar o jogo.

Passos:

1. Após seleccionarem um cartão, os utilizadores A e B introduzem o número de pontos que querem apostar;
2. Ambos aproximam (cerca de 3 cm) os dois dispositivos móveis, de forma a criar uma ligação Bluetooth entre os aparelhos e validar os dados introduzidos.

A.3.3 Jogar

Actores: Utilizador.

Cenário: Os dois utilizadores após terem seleccionado o cartão e estabelecido a aposta, podem começar o jogo propriamente dito. No final do jogo os pontos serão transferidos automaticamente por Bluetooth do vencido para o vencedor.

Observações: Este caso de uso refere-se á verdadeira componente de jogo. Como foi referido no caso de uso "A.3.1. Seleccionar Cartão" o jogo poderá ser semelhante ao *Snake* ou ao *Tetris*, na qual o vencedor será o que obtiver o maior número de pontos. No final do jogo, a aplicação responsabiliza-se por transferir automaticamente os pontos entre para o vencedor.

Pré-condições:

- Os dois utilizadores já estão registados (os registos estão activos);
- Os dois utilizadores seleccionaram o mesmo cartão virtual e fizeram uma aposta válida;

- A ligação Bluetooth entre os dois dispositivos já foi estabelecida com sucesso.

Pós-condições:

- Quando existir um vencedor, os pontos serão transferidos para o vencedor;
- Aparece uma mensagem aos utilizadores a indicar o número de pontos obtidos (no jogo) por ambos os utilizadores e os pontos do cartão a ser transferidos para o vencedor.

Passos:

1. Ambos os utilizadores seleccionam a opção para iniciar o jogo;
2. Quanto ambos os utilizadores terminam o jogo, é enviada uma mensagem para cada utilizador. Essa mensagem pode ser de dois tipos:
   a. Em caso de empate, indica o número de pontos obtidos por ambos os utilizadores e nenhum ponto é transferido entre estes;
   b. Em caso de vitória de um dos elementos, são visualizados os pontos obtidos pelos dois jogadores, e é indicado o número de pontos transferidos e actuais no cartão para cada titular.

A.3.4 Consultar Estatísticas

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador pode consultar estatísticas sobre os jogos já realizados, tais como: indicar o número total de pontos ganhos e perdidos para cada cartão, o número de jogos efectuados, número de vitórias e derrotas total, número de vitórias e derrotas contra um determinado utilizador, entre outros dados interessantes.

Observações: É sempre interessante consultar estatísticas sobre os jogos já efectuados, o que para além do jogo se tornar mais interessante uma vez que se efectuam apostas, também se tornará mais competitivo com esta funcionalidade que permite consultar estatísticas como o número de derrotas e vitórias.

Pré-condições:

- Os dois utilizadores já estão registados (os registos estão activos);
- Os dois utilizadores possuem o jogo instalado nos seus telemóveis;
- Os dois utilizadores entram no jogo e autenticam-se com as suas contas.

Pós-condições:

- Abre uma janela no telemóvel do utilizador com estatísticas.

Passos:

1. O utilizador entra no jogo;
2. O utilizador autentica-se no jogo para poder consultar as suas estatísticas resultantes dos jogos efectuados até à data;
3. Selecciona a opção para consultar estatísticas.

A.4 Aplicação Móvel para Gestão das Compras

Esta aplicação móvel permite ao utilizador gerir todas as compras que efectua nos estabelecimentos dos comerciantes. Para tal, será necessário para cada uma das etiquetas que contém o preço de um produto, situadas nas prateleiras dos estabelecimentos, exista também uma etiqueta NFC com informações sempre actualizadas do produto (i.e. preço, nome, pontos, categoria, nome do estabelecimento).

A aplicação irá facilitar a vida das pessoas, quando efectuam compras, funcionando como um apoio à memória. Esta lista de compras vai sendo criada à medida que o utilizador acrescenta-lhe novos produtos. O utilizador poderá criar uma lista de compras antes de ir para o estabelecimento, de forma a não se esquecer de efectuar nenhuma compra, substituindo o método tradicional de criação de uma lista de compras no papel. E à medida que este vai efectuando as compras, os produtos que pertencem à lista pré-feita, vão sendo riscados, de forma a indicar ao utilizador que já os possui no carrinho de compras. Enquanto os produtos que ainda não pertencem à lista de compras, são lhe adicionados (já riscados) e é pedido ao utilizador para introduzir uma quantidade. A lista indica o preço e quantidade de cada produto seleccionado e o preço total até o momento. Assim os utilizadores à medida que vão efectuando as suas compras, irão estar informados sobre o preço dos produtos e o preço total que irão gastar quando se dirigirem à caixa para efectuarem o pagamento.

Sempre que o utilizador aproxima o seu telemóvel da etiqueta do produto que deseja comprar, este irá transferir para o telemóvel informação sobre o produto, e irá actualizar uma base de dados incorporada na aplicação, que contem as informações de um produto para cada estabelecimento. Assim os utilizadores poderão consultar os preços de um determinado produto para diferentes estabelecimentos, ou caso esteja curioso, poderá consultar a evolução do preço de um produto, através do seu histórico.

Sempre que os utilizadores interagem com uma etiqueta NFC de um produto já consultado anteriormente, esta irá actualizar o seu preço na base de dados dos produtos.

De forma a facilitar a pesquisa pelos produtos que possui na sua base de dados, pode-se introduzir um sistema de classificação que permite ao utilizador atribuir-lhes uma determinada pontuação (de 1 a 5).

A.4.1 Ler Produto

Actores: Utilizador, Etiqueta NFC.

Cenário: Um utilizador vai às compras num estabelecimento de um comerciante e ao aproximar o seu telemóvel NFC da etiqueta com o preço (equipado com uma etiqueta NFC) do produto pretendido, este irá registá-lo (i.e. preço, nome) numa lista de compras no telemóvel NFC.

Observações: Quando o utilizador regista no seu telemóvel um produto, a aplicação irá verificar se o produto já está presente na lista de compras, e em caso afirmativo apenas o risca da lista, de forma a confirmar que já está no carrinho de compras, caso contrário, este irá acrescentá-lo já riscado à lista de compras, pedindo ao utilizador a quantidade que pretende comprar desse produto. Sempre que um utilizador interage com um produto, este irá actualizar as informações do produto na base de dados da aplicação, de forma a manter os preços sempre actualizados.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo);
- O utilizador possui a aplicação para gerir as compras instalada no seu telemóvel;
- O utilizador entra na aplicação para gestão das compras.

Pós-condições:

- A lista de compras é actualizada;
- Caso o produto já esteja na base de dados, o seu preço é actualizado;
- Caso o utilizador introduza um determinado produto que ainda não está na lista de compras, este têm de indicar a quantidade que irá comprar desse produto.

Passos:

1. O utilizador entra na aplicação, e a página inicial é a lista de compras existente (que inicialmente está vazia);

2. Neste instante, quando este interage com um produto podem surgir duas situações:
   a. O produto já existe na lista de compras, e este é apenas riscado;
   b. O produto como ainda não existe na lista de compras, é lhe acrescentado, sendo pedido ao utilizador, que introduza a quantidade que vai comprar do produto seleccionado.

A.4.2 Indicar Quantidade

Actores: Utilizador.

Cenário: Sempre que um utilizador acrescenta um novo produto à lista de compras (ou quando está a criar a lista de compras, ou quando está a efectuar compras e selecciona um produto inexistente da lista), este necessita de introduzir na aplicação a quantidade que irá comprar.

Observações: Por defeito, quando a aplicação pede ao utilizador para introduzir a quantidade de um determinado produto, de modo a não obrigar o utilizador a introduzir sempre a quantidade, passado algum tempo (10 segundos) este assume a quantidade unitária.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- Este já seleccionou um determinado produto.

Pós-condições:

- O preço e quantidade do produto são actualizados na lista de compras.

Passos:

1. Quando a aplicação pede ao utilizador para introduzir a quantidade de um produto, pode acontecer duas situações:
   a. O utilizador introduz a quantidade do produto que pretende comprar (num espaço de tempo inferior a 10 segundos);
   b. A aplicação aguarda cerca de 10 segundos e caso o utilizador não introduza manualmente a quantidade do produto, este assume a quantidade unitária.

A.4.3 Pesquisar Produto

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador pretende procurar um determinado produto na base de dados de modo a ter acesso a funcionalidades como: acrescentar o produto seleccionado à lista de compras; ver os preços da concorrência para esse produto; atribuir uma classificação a um produto e consultar a evolução do preço de um produto ao longo do tempo.

Observações: Este caso de uso é muito importante para esta aplicação, uma vez que possui quatro casos de uso dependentes de si. No ecrã "Consultar Produtos" aparece ao utilizador para introduzir os campos categoria e nome do produto a pesquisar, e quando pesquisa um produto visualiza a sua pontuação.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- O utilizador seleccionou a opção "Consultar Produtos";
- O utilizador preenche os campos da pesquisa de modo a encontrar o produto que procura.

Pós-condições:

- Após encontrar o produto pretendido, apresenta as novas opções disponíveis ao utilizador.

Passos:

1. O utilizador no ecrã inicial da aplicação selecciona a opção "Consultar Produtos";
2. Abre uma nova janela que pede ao utilizador para introduzir os campos nome e categoria do produto a pesquisar;
3. Quando o utilizador preenche estes campos podem acontecer as seguintes situações:
   a. Este não selecciona a categoria do produto, e assim quando for a seleccionar o nome, a aplicação irá sugerir uma lista com todos os produtos já comprados até à data que estão armazenados na base de dados;
   b. O utilizador selecciona uma categoria para o produto e este irá filtrar o nome pela categoria seleccionada.
4. É apresentado ao utilizador as novas funcionalidades possíveis de escolher após seleccionar um produto.

A.4.4 Acrescentar Produto - Lista de Compras

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador pode criar uma lista de compras antes de ir ao estabelecimento, em vez de usar o método tradicional de criar a lista de compras num papel.

Observações: Quando o utilizador está a introduzir um novo produto, à sua lista de compras, este após já ter pesquisado pelo produto que quer introduzir apenas necessita de escolher a opção "Adicionar Produto". Caso o utilizador nunca tenha efectuado a compra desse produto, este poderá introduzir o nome do produto manualmente e escolher a opção "Adicionar Produto". Mas depois no estabelecimento, terá de ser o utilizador a riscar e introduzir o preço do produto (continuando na mesma a ser vantajoso aproximar o telemóvel da etiqueta NFC de modo a adicionar esse produto à base de dados, para posterior utilização). Após o utilizador seleccionar o produto terá de indicar a quantidade a comprar desse produto.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto, ou já introduziu manualmente o nome do produto.

Pós-condições:

- A aplicação acrescenta um produto à lista de compras.

Passos:

1. O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto, ou então introduziu manualmente o nome do produto;
2. O utilizador escolhe a opção "Adicionar Produto";
3. Vai para o ecrã para o utilizador introduzir a quantidade desse produto que corresponde ao caso de uso "A.4.2. Indicar Quantidade";
4. O produto é acrescentado à lista de compras.

A.4.5 Remover Produto - Lista de Compras

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador engana-se a introduzir um produto e deseja remove-lo da lista de compras.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- A lista de compras possui pelo menos um produto.

Pós-condições:

- A aplicação actualiza a lista de compras, removendo o produto seleccionado.

Passos:

1. O utilizador selecciona o produto a remover da lista de compras;
2. Após seleccionar o produto vai às opções e remove-o da lista.

A.4.6 Reiniciar Lista de Compras

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador possui uma lista de compras criada, mas quer reinicializar uma nova lista de compras.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação.

Pós-condições:

- A aplicação remove todos os produtos da lista de compras.

Passos:

1. O utilizador vai às opções no ecrã da lista de compras e selecciona a opção para a reiniciar.

A.4.7 Ver Preços da Concorrência

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador já possui uma grande base de dados, com produtos de vários estabelecimentos de comerciantes concorrentes, e pretende consultar os preços de comerciantes concorrentes para um determinado produto.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- A aplicação possui pelo menos um produto com preços de pelo menos dois comerciantes concorrentes;
- O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto.

Pós-condições:

- A aplicação apresenta os preços (existentes na base de dados) dos comerciantes para um determinado produto.

Passos:

1. O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto;
2. O utilizador escolhe a opção para consultar todos os preços dos comerciantes que vendem este produto;
3. É apresentada ao utilizador numa nova janela a lista de preços para o produto seleccionado, indicando qual é o comerciante.

A.4.8 Atribuir uma Classificação a um Produto

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador após ter adquirido um produto pode atribuir uma classificação ao mesmo, de modo que, quando voltar a consultar o produto essa pontuação lhe indicará se lhe agradou ou não esse produto.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- A aplicação possui pelo menos um produto;
- O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto.

Pós-condições:

- O utilizador atribui uma classificação a um produto, ficando esta guardada na base de dados;
- O utilizador visualiza o produto seleccionado com a pontuação atribuída.

Passos:

1. O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto;
2. O utilizador escolhe a opção para atribuir uma pontuação a um produto;
3. Abre uma janela com uma opção para o utilizador introduzir uma classificação de 1 a 5 para o produto;
4. O utilizador submete a pontuação.

A.4.9 Ver Histórico do Preço de um Produto

Actores: Utilizador.

Cenário: O utilizador possui curiosidade em consultar a evolução do preço de um produto ao longo do tempo.

Pré-condições:

- O utilizador já está registado (o registo está activo) e está dentro da aplicação;
- A aplicação possui pelo menos um produto e esta já sofreu várias alterações de preço, ao longo do tempo, para o mesmo comerciante, ficando todas as alterações registadas na base de dados.

Pós-condições:

- Abre uma janela que apresenta a evolução do preço para um determinado produto.

Passos:

1. O utilizador está no ecrã "Consultar Produtos" e já pesquisou pelo produto;
2. O utilizador escolhe a opção para consultar o histórico com a evolução do preço de um produto;
3. É apresentado ao utilizador numa nova janela, um gráfico que ilustra a evolução do preço que o produto sofreu ao longo do tempo, sendo possível alternar para uma visão tabular.

Anexo B

Manual de Instalação e Utilização

Este documento fornece a o manual de utilização do protótipo desenvolvido no âmbito deste projecto de dissertação, que é baseado nos casos de uso especificados no documento correspondente. Este manual é acompanhado por diversos *screenshots* das aplicações desenvolvidas de forma a facilitar a compreensão do utilizador sobre como as instalar e executar, e demonstra as funcionalidades implementadas.

Neste protótipo foram implementados os casos de uso que pertencem à categoria "Aplicação Móvel para Gestão de Cartões", que são os seguintes:

- Seleccionar Cartão;
- Visualizar Cartão;
- Trocar Pontos;
- Validar Cartão – Comerciante;
- Actualizar pontos Cartão – Comerciante;
- Visualizar Cartão – Comerciante;
- Instalar inicialização automática associada a uma Entidade – *Tag*;
- Visualizar Cartão – *Tag*;
- Inicializar automaticamente Aplicação – *Tag*.

Alguns destes casos de uso apenas executam no emulador do Nokia 6212 Classic, que acompanha a instalação do S40_Nokia_6212_NFC_SDK, sendo que a maioria executa num telemóvel NFC, sendo testadas no Nokia 6212 Classic.

Seguidamente, para cada caso de uso implementado, será descrito como as instalar e executar. Para tal é necessário um telemóvel NFC, um leitor NFC externo, e o emulador do Nokia 6212 Classic, e possuir instalado o *Java SE Runtime Environment* (JRE 6). Para instalar a aplicação desenvolvida num telemóvel NFC, caso não possua cartão de memória, aconselha-se o uso do software Nokia PC Suite, cujos ficheiros de instalação acompanha este protótipo desenvolvido.

Para executar os casos de uso "Validar cartão - Comerciante" e "Actualizar pontos cartão - Comerciante" é necessário previamente instalar a *applet* desenvolvida para o Elemento Seguro do telemóvel NFC, para tal, executam-se os seguintes passos:

1. Copia-se a pasta "GPShell-1.4.2" (esta aplicação permite instalar *applets* no SE do telemóvel) e a "NFC_SmartCardTelemovel" para a raiz do disco onde se encontra instalado o Windows (tipicamente C:\);

2. Coloca-se o telemóvel sobre o leitor NFC externo (a instalação está configurada para o leitor ACR122);
3. Através da linha de comando abre-se a pasta "C:\NFC_SmartCardTelemovel\" e executa-se o comando "run.bat".

Se a instalação ocorrer como previsto, deverá apresentar uma lista de comandos APDU e terminar sem originar nenhum erro, como é apresentado na Figura B.1.

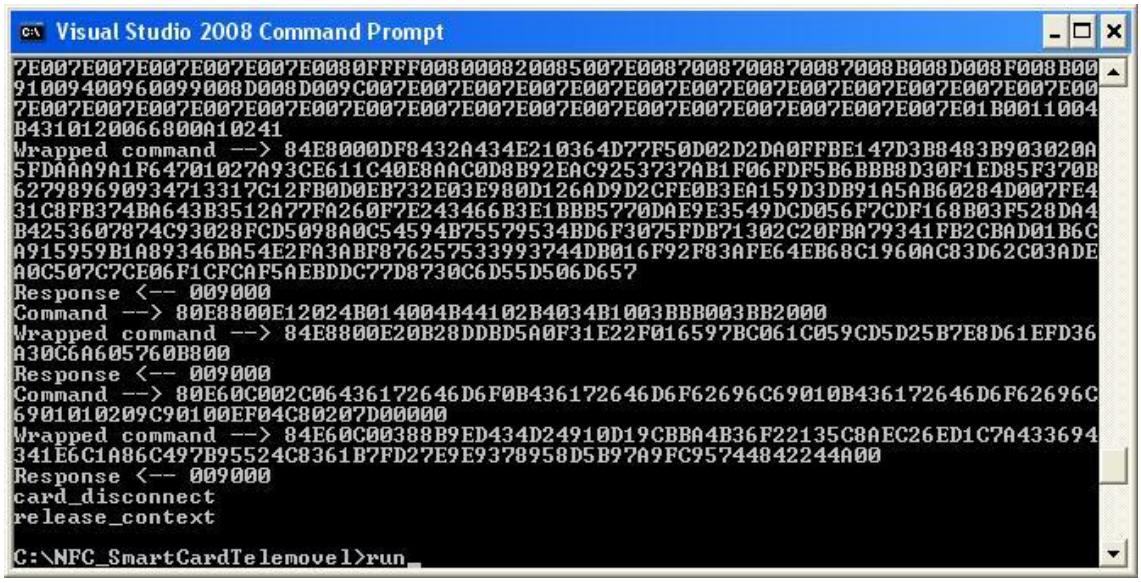


Figura B.1 - Instalação da *applet* no Elemento Seguro de um telemóvel através do GPShell.

Tabela B.1 - Cartões virtuais criados no Elemento Seguro.

Entidade	Número	Pontos	Data	Imagem
Continente	000200001	5000	05/04/2009	
Modelo	112130002	1000	05/04/2009	
Galp	111000007	200	05/04/2009	
BP	113130006	500	05/04/2009	
FNAC	114005005	2000	05/04/2009	
MiniPreco	115106004	10000	05/04/2009	
Sportzone	116147001	20000	05/04/2009	
FCPorto	117108003	50000	05/04/2009	
Makro	118100009	10000	05/04/2009	
Parque Nascente	119100008	5000	05/04/2009	

Para teste foram criados dez cartões virtuais, possuindo todos o mesmo tipo de conteúdo: número de cliente, entidade, número de pontos, data de emissão e uma imagem. A Tabela B.1 apresenta os cartões virtuais que foram criados manualmente para efeitos de teste.

B.1 Aplicação Móvel de Gestão dos Cartões

Esta aplicação móvel permite fazer uma gestão básica dos cartões de fidelização. Os casos de uso implementados serão simplificados de modo a possuir as funcionalidades indispensáveis, como seleccionar e visualizar o conteúdo de um cartão, uma vez que, o foco principal deste projecto de dissertação é desenvolver casos de uso inovadores que implementem a tecnologia NFC – *Near Field Communication*.

Assim, o utilizador que já possui a aplicação instalada no seu telemóvel pode, após inicializar a aplicação, seleccionar e consultar todos os seus cartões virtuais que estão armazenados no Elemento Seguro. Esta funcionalidade só é permitida no emulador da Nokia, sendo que para um telemóvel NFC é necessário certificar a aplicação. Para contornar este problema de forma a tornar possível a utilização da aplicação num telemóvel NFC, quando esta inicializa, caso não consiga aceder ao SE do telemóvel, este armazena os cartões de uma forma persistente num RecordStore (RS) do telemóvel. Sendo assim possível num telemóvel consultar e visualizar todos os seus cartões que estão armazenados no RS.

Como já foi referido acima, de forma a simplificar, todos os cartões virtuais possuem a mesma estrutura de dados, o que não retrata necessariamente a realidade, mas como referido o propósito deste protótipo foi implementar casos de uso inovadores que demonstrem o uso da tecnologia NFC.

De modo a permitir que uma pessoa possa interagir com outros utilizadores, foram criadas funcionalidades que permitem aos utilizadores trocarem pontos entre si de um cartão previamente seleccionado pelo utilizador emissor.

Quando um utilizador encontra-se num estabelecimento de um comerciante, e está no acto de efectuar o pagamento das suas compras, este necessita de validar o seu cartão de fidelização junto de um leitor, de modo a que a sua compra fique registada e, caso se verifique, actualize os pontos no seu cartão. Assim, implementei uma aplicação Java que permite seleccionar uma entidade e introduzir o número de pontos a actualizar, de seguida escolhe-se o modo de actualização dos pontos: incrementação ou decrementação. Esta aplicação comunica com o SE do telemóvel através do leitor NFC externo, assim quando a aplicação está a executar e o leitor NFC está em contacto com um telemóvel, a aplicação inicialmente valida se o cartão para a entidade seleccionada existe no telemóvel, e em caso afirmativo irá actualizar o seu número de pontos com o número de pontos introduzidos na aplicação Java.

Como alternativa ao método tradicional, de efectuar uma pesquisa manual na aplicação por um determinado cartão virtual, para facilitar e diminuir o tempo de pesquisa, criou-se um caso de uso que permite instalar para uma etiqueta NFC dados que, quando o telemóvel entra em contacto com essa mesma etiqueta, irá inicializar a aplicação automaticamente mostrando o cartão para a entidade que ficou associada a etiqueta. Caso a aplicação já esteja em execução, quando o telemóvel toca numa etiqueta, este irá igualmente mostrar o cartão da entidade agregada a essa etiqueta. Esta funcionalidade tanto poderá ser útil para os utilizadores como para o próprio comerciante.

B.1.1 Seleccionar Cartão

Descrição: Esta funcionalidade permite ao utilizador navegar entre todos os cartões disponíveis na aplicação, sendo esta muito importante, porque quando o utilizador possuir muitos cartões, o

acesso ao cartão pretendido rápido e simples. Estes cartões podem estar armazenados no Elemento Seguro ou num RecordStore do RMS (*Record Management System*).

Caso a aplicação esteja certificada ou o utilizador esteja a executar a aplicação no emulador da Nokia com um telemóvel virtual associado a um *Smart Card* virtual (baseado no *plugin* "NFC_SmartCardEmulator.jad") a aplicação acede aos cartões armazenados no SE.

Caso não se verifique nenhuma das duas situações descritas acima, e como a aplicação desenvolvida não está certificada, logo não consegue aceder ao SE. De modo a ser possível a sua utilização e teste num telemóvel NFC real, criou-se a alternativa de aceder aos cartões virtuais existentes no RMS.

Instalação: Para executar a aplicação no emulador da Nokia e aceder aos cartões armazenados no SE, é necessário inicialmente copiar a pasta "S40_Nokia_6212_NFC_SDK" para a raiz do disco "C:\", e de seguida executa-se a aplicação nfcmanager.exe (localizada na pasta "C:\S40_Nokia_6212_NFC_SDK\ NFCManager\").

- Agora é necessária a criação de um *Smart Card* que será baseado no *plugin* "NFC_SmartCardEmulator.jad" como é exemplificado pela Figura B.2;

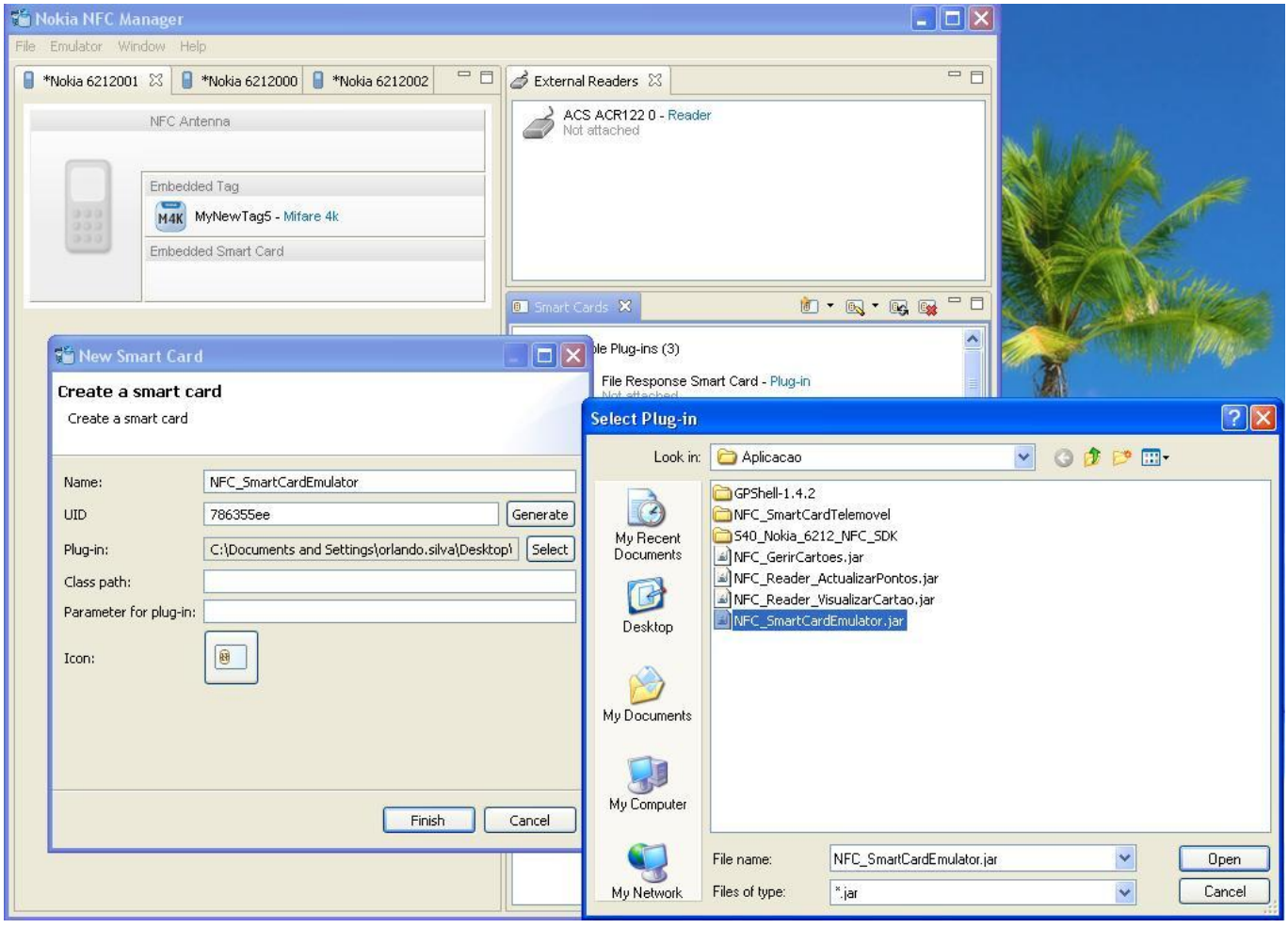


Figura B.2 - Criação de um *Smart Card* no Emulador da Nokia.

- A seguir associa-se o *Smart Card* criado à área Java Card do telemóvel virtual NFC que irá abrir a aplicação (tipicamente é o Nokia 6212000), - ver Figura B.3.

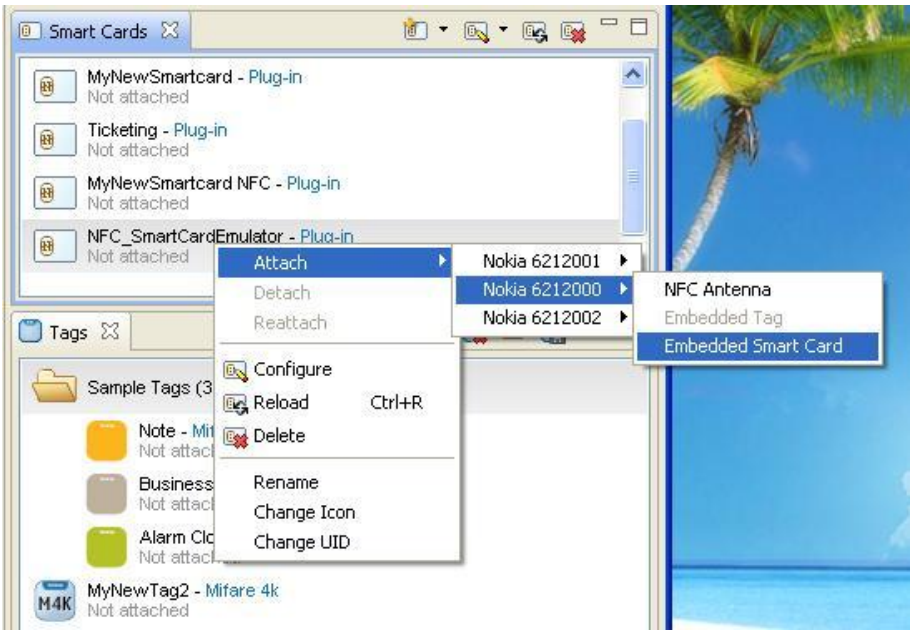


Figura B.3 - Associação do SmarCard criado ao telemóvel virtual.

Passos:

- Telemóvel Real:

1. Instalar o Nokia PC Suite no Computador e usá-lo para instalar a aplicação móvel "NFC_GerirCartoes.jar" no telemóvel NFC. Para tal é necessário que o telemóvel esteja ligado ao computador ou por Bluetooth ou por cabo USB – ver Figura B.4;

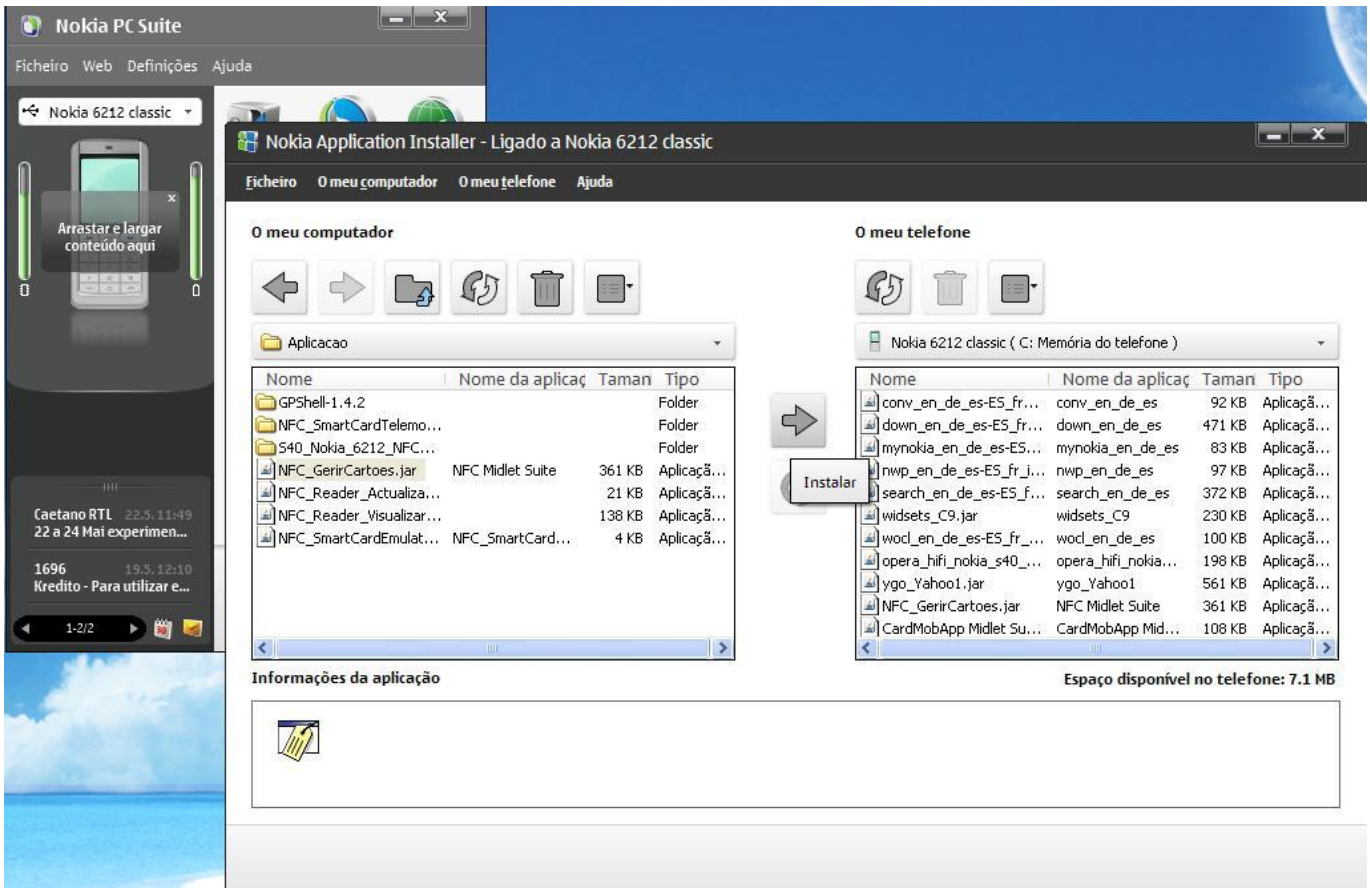


Figura B.4 – Instalação da aplicação no Telemóvel NFC.

2. Executar a aplicação "NFC_GerirCartoes.jar". De seguida é apresentado durante um curto espaço de tempo o ecrã de apresentação, tal como se mostra na Figura B.5;

Figura B.5 - Ecrã de Apresentação inicial.

3. Como se pode ver na Figura B.6, este ecrã apresenta um menu rotativo que permite seleccionar um cartão virtual, existindo para cada cartão existe várias operações que serão descritas nos próximos casos de uso, como por exemplo: visualizar cartão, trocar pontos e instalar para uma etiqueta. Este menu apresenta uma figura do cartão e a entidade a que pertence. No canto superior direito é possível ver se a aplicação está a aceder aos cartões guardados no SE ou no RS, neste caso como a aplicação não está certificada, está ligado ao RS.

Figura B.6 - Menu para selecção de um cartão – RS.

- Telemóvel Virtual:

1. Para abrir a aplicação móvel no emulador da Nokia é necessário executar a aplicação "S40_Nokia_6212_NFC_SDK_em.exe" (localizada na pasta "C:\S40_Nokia_6212_NFC_SDK\bin\") e de seguida File->Open e selecciona-se o ficheiro "NFC_GerirCartoes.jar" tal como exibe a Figura B.7;

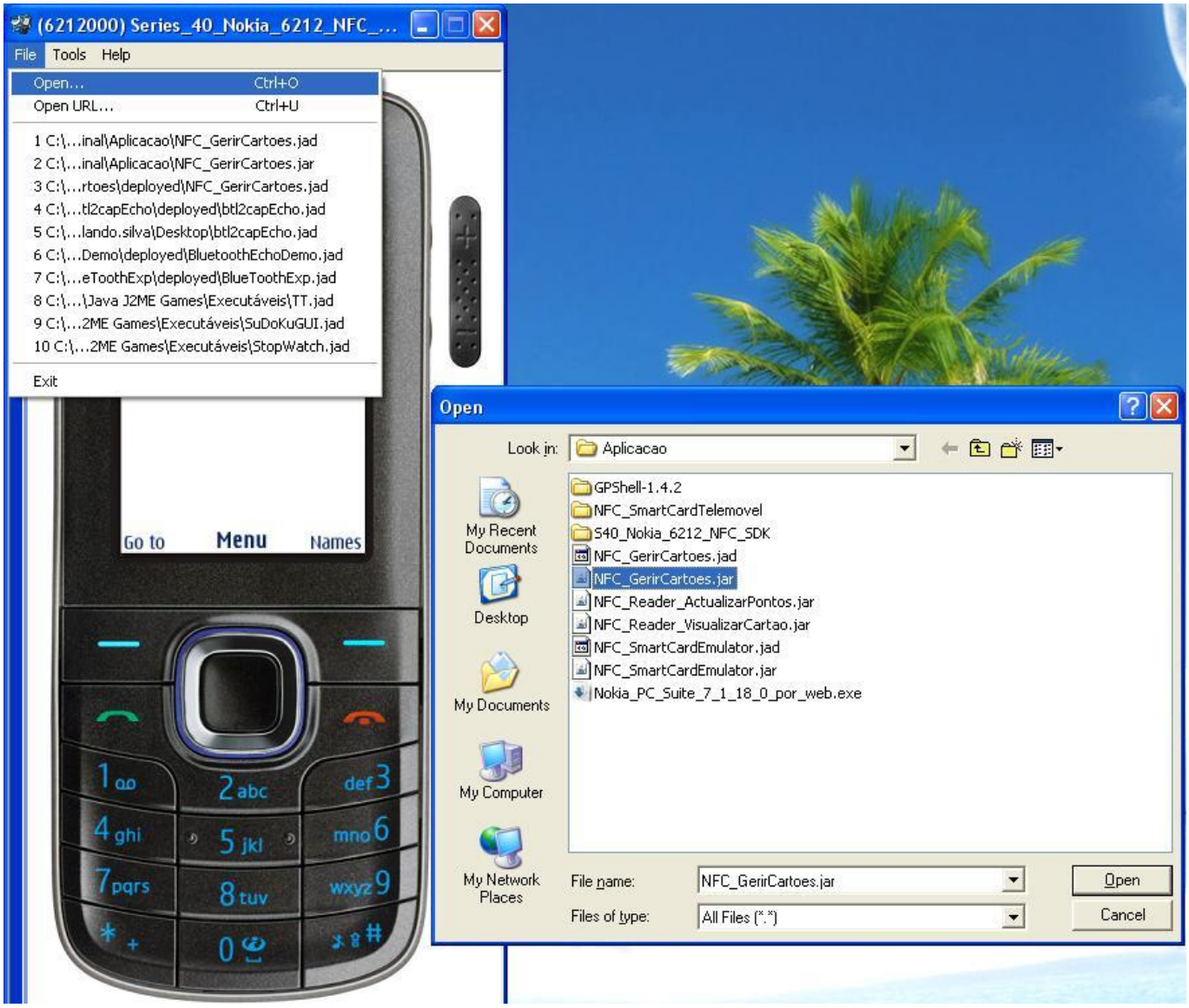


Figura B.7 - Executar a aplicação móvel no Emulador.

2. De seguida a aplicação executa tal como no telemóvel real mas, no canto superior direito do menu para seleccionar o cartão, apresenta SE – ver Figura B.8, uma vez que já tem um *Smart Card* associado, acedendo assim aos cartões armazenados no Elemento Seguro.

Figura B.8 - Menu para selecção de um cartão - SE.

B.1.2 Visualizar Cartão

Descrição: O utilizador possui a aplicação instalada no seu telemóvel, e pretende consultar ou mostrar o seu cartão ao comerciante. Assim, é possível apresentar toda a informação de um cartão virtual num determinado formato (i.e. Número de cliente, Entidade, Número de pontos, Data de Emissão e Foto). Este caso de uso é muito importante, uma vez que permite ao utilizador visualizar todo o conteúdo do cartão, como o faria com um cartão físico.

Instalação: Este caso de uso não necessita de nenhuma instalação em especial, para além da referida no caso de uso anterior. E pode ser testado tanto no emulador da Nokia, como num telemóvel NFC real, funcionando para ambos os métodos de armazenamento persistente de dados: SE e RS.

Passos:

1. Após inicializar a aplicação, pelo emulador ou pelo telemóvel NFC, selecciona-se o cartão a visualizar;
2. De seguida pressiona-se a opção "Abrir" de modo a visualizar o conteúdo de um cartão como mostra a Figura B.9;

Figura B.9 - Ecrã de visualização de um cartão.

3. As opções "Dec" e "Inc", que são visíveis no ecrã, permitem respectivamente decrementar ou incrementar 50 pontos de cada vez que são pressionados para o cartão seleccionado. Esta funcionalidade foi incluída apenas para efeitos de teste, sendo assim facilmente possível incrementar ou decrementar o número de pontos de um cartão. Numa versão comercial focada nos interesses do utilizador, esta funcionalidade seria removida.

B.1.3 Trocar Pontos

Descrição: O utilizador possui a aplicação instalada no seu telemóvel e pretende trocar com outro utilizador, os pontos de um cartão de fidelização para uma determinada entidade.

Neste protótipo, como todos os cartões virtuais possuem pontos, é possível efectuá-la com qualquer um dos cartões, mas para uma versão comercial, este caso de uso é projectado apenas para os cartões cujos pontos ficam armazenados no seu interior (por exemplo o cartão BP, etc.), e presumivelmente após se efectuar a troca de pontos será necessário alertar a instituição (a que pertence o cartão) da troca de pontos que foi realizada, de modo a ser-lhes possível actualizar os pontos no seu sistema.

Como só se possui um telemóvel NFC, este caso de uso só pôde ser testado através do emulador da Nokia, assim é necessário abrir duas instâncias da aplicação "S40_Nokia_6212_NFC_SDK_em.exe" (localizada na pasta "C:\S40_Nokia_6212_NFC_SDK\

bin\"), e a forma de armazenamento persistente dos cartões virtuais não tem qualquer influência nos resultados obtidos, sendo inclusivamente testado positivamente entre um telemóvel virtual ligado por SE e outro por RS.

Instalação: No exemplo que se segue, será demonstrado como efectuar a troca entre um telemóvel virtual ligado por SE e outro por RS, como tal para se poder testar este caso de uso nestas condições, é necessário instalar o plugin "NFC_SmartCardEmulator" num *Smart Card* virtual no "Nokia NFC Manager" e associá-lo a um dos telemóveis instanciados, como é explicado mais detalhadamente na instalação do caso de uso inicial B.1.1 Seleccionar Cartão. A aplicação "Nokia NFC Manager" fica a executar normalmente.

Passos:

1. Abrir a aplicação móvel em ambos os telemóveis virtuais – ver FiguraB.10. Neste exemplo, o telemóvel denominado pelo emulador de Nokia 6212000 é o telemóvel emissor dos pontos (figura da esquerda), e o Nokia 6212001 é o telemóvel receptor (figura da direita);

Figura B.10 - Troca de Pontos - Ecrã inicial nos dois telemóveis.

2. De seguida o emissor selecciona o cartão para o qual pretende efectuar a troca de pontos, neste exemplo é o da FNAC que inicialmente tem 2000 pontos em ambos os telemóveis e, escolhe a opção "Enviar Pontos" – ver Figura B.11. O receptor para receber os pontos necessita de estar no menu inicial;

Figura B.11 - Troca de Pontos - Emissor selecciona opção para enviar pontos.

3. No ecrã "Enviar Pontos" do telemóvel emissor, é mostrado o número de pontos totais do utilizador nesse cartão e um campo para o utilizador introduzir o número de pontos a enviar – ver Figura B.12. O número de pontos a enviar tem de ser inferior ou igual ao número de pontos total. Neste exemplo introduziu-se 1001 pontos para trocar. De seguida o emissor pressiona em "Enviar";

Figura B.12 - Troca de Pontos - Emissor introduz o número de pontos a enviar.

4. Após o emissor pressionar em "Enviar" é-lhe mostrado um alerta, que o informa que tem 60 segundos para tocar no telemóvel receptor até que a aplicação cancele automaticamente o envio de pontos, voltando para o ecrã de "Enviar Pontos" – ver Figura B.13;

Figura B.13 - Troca de Pontos - Mensagem para o telemóvel Emissor tocar no Receptor.

5. Neste passo é necessário tocar os dois telemóveis virtuais, para tal é necessário ir à aplicação "Nokia NFC Manager" que está em execução, e na metade esquerda da aplicação pressiona-se o botão direito do rato sobre um dos telemóveis virtuais e escolhe-se a opção "P2P connection" -> Nokia 6212001 ou Nokia 6212000 (o código do telemóvel receptor) – ver Figura B.14. Caso os segundos do alerta visualizado no telemóvel emissor continue a decrementar continuamente, o que é pouco provável, é necessário fazer um "Detach" da ligação e voltar a restabelece-la até que os telemóveis consigam comunicar entre si (é mais detalhado no passo 7). Este problema é provável que se deva ao facto de se estar a executar a troca de pontos pelo emulador;

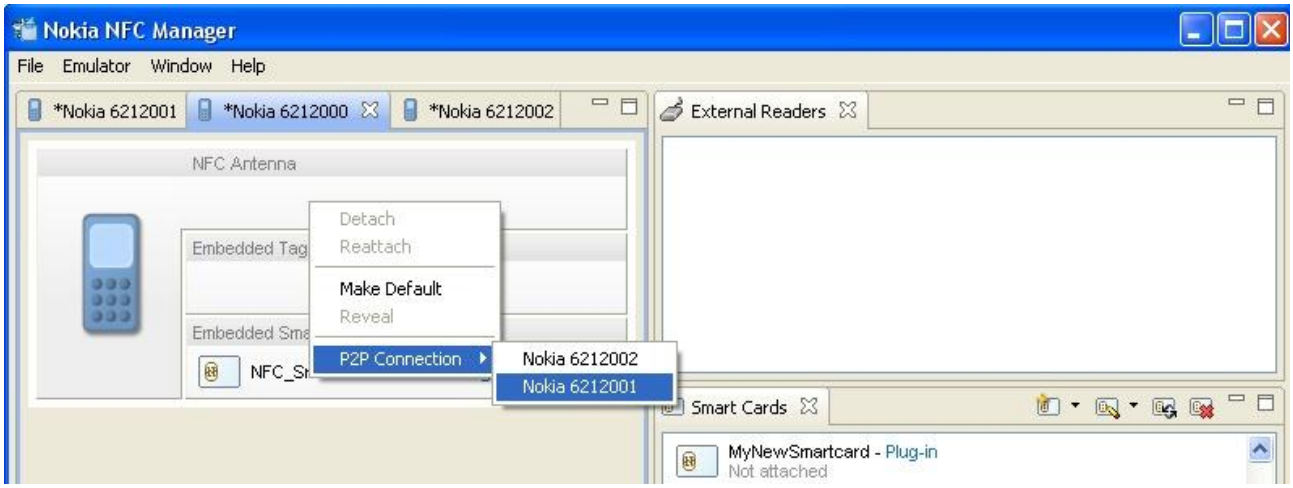


Figura B.14 - Troca de Pontos - Estabelecer uma ligação P2P pelo emulador.

6. De seguida é mostrada uma mensagem para ambos os utilizadores que lhes indica que a troca de pontos foi efectuada com sucesso – ver Figura B.15;

Figura B.15 - Troca de Pontos - Mensagem que indica que a troca foi efectuada com sucesso.

7. Após a troca ser efectuada com sucesso é necessário desligar a ligação P2P entre os dois telemóveis, de forma a terminar a troca de pontos, e caso não se termine a ligação fica muito lento utilizar a aplicação no emulador. Assim, semelhantemente ao passo 5 no "Nokia NFC Manager" pressiona-se o botão direito do rato sobre um dos telemóveis virtuais e selecciona-se a opção "*Detach*" – ver Figura B.16;

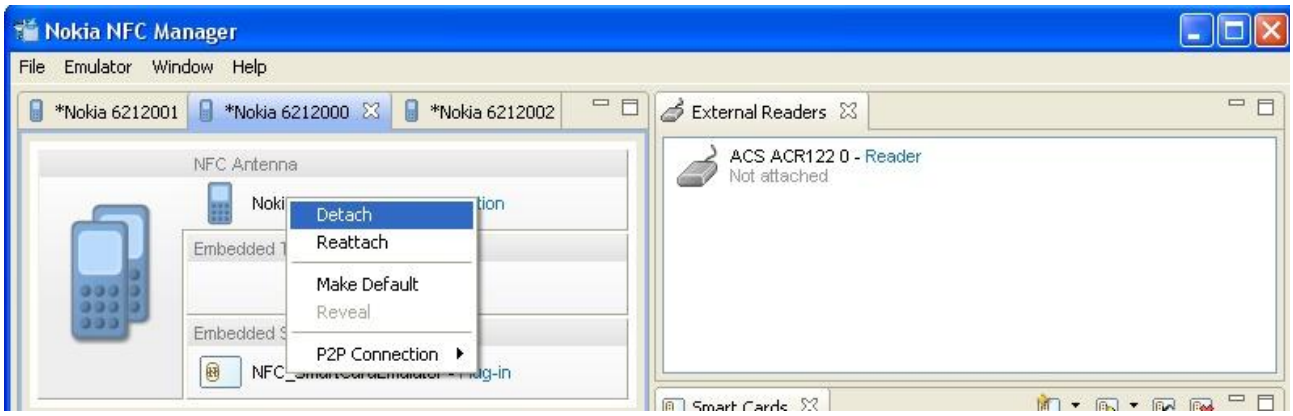


Figura B.16 - Troca de Pontos - Termina a ligação P2P entre os telemóveis virtuais.

8. Seguidamente é mostrada uma mensagem a ambos os utilizadores indicando o número de pontos actuais – ver Figura B.17;

Figura B.17 - Troca de Pontos - Mensagem com os pontos actuais.

9. Para confirmar que a troca se efectuou com sucesso em ambos os telemóveis, basta visualizar o cartão que participou na troca de pontos, neste caso o cartão FNAC – ver Figura B.18.

Figura B.18 - Troca de Pontos - Visualizar cartão com novos pontos.

B.1.4 Validar Cartão - Comerciante

Descrição: O utilizador deseja validar o seu cartão no estabelecimento de um comerciante após ter efectuado as suas compras. Este caso de uso é muito importante porque, para além de utilizar a tecnologia NFC como o meio de comunicação entre o telemóvel NFC e um leitor, é uma das principais funcionalidades dos actuais cartões de fidelização. Esta funcionalidade permite aos utilizadores validarem os seus cartões virtuais junto de um terminal NFC.

Instalação: Para executar este caso de uso é necessário ter efectuado a instalação da *applet* desenvolvida "NFC_SmartCardTelemovel" no telemóvel NFC, tal como é descrito no inicio deste documento e possuir instalado o *Java SE Runtime Environment* (JRE 6).

Passos:

1. Inicialmente é necessário colocar o telemóvel NFC sobre o leitor NFC externo (foi testado no leitor ACR122) como mostra a Figura B.19;

Figura B.19 - Telemóvel NFC em comunicação com o leitor ACR122.

2. Inicializa-se a aplicação Java "NFC_Reader_ActualizarPontos.jar" que antes de actualizar um cartão efectua a sua validação, ou seja, verifica se o utilizador possui o cartão de fidelização para a entidade seleccionada na aplicação Java – ver Figura B.20;

Figura B.20 - Aplicação Java que faz a Validação e Actualização dos pontos de um Cartão no Telemóvel.

3. A aplicação de 5 em 5 segundos verifica se o cartão da entidade seleccionada é válido no telemóvel do utilizador, e em caso afirmativo mostra uma janela como a da Figura B.21;

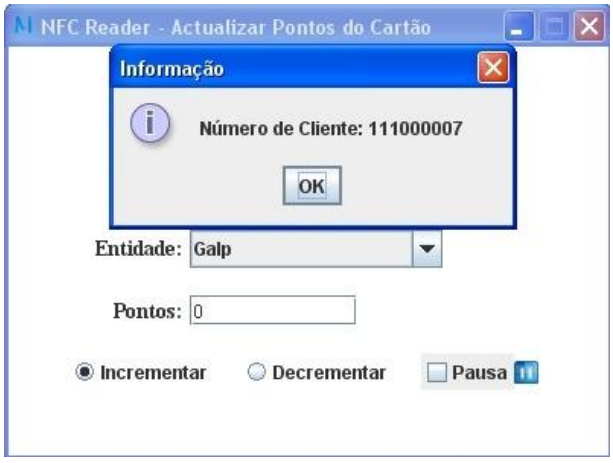


Figura B.21 - Validação com Sucesso.

4. Caso o utilizador não possua no seu telemóvel NFC o cartão de fidelização para a entidade seleccionada, é mostrada uma janela como a da Figura B.22;

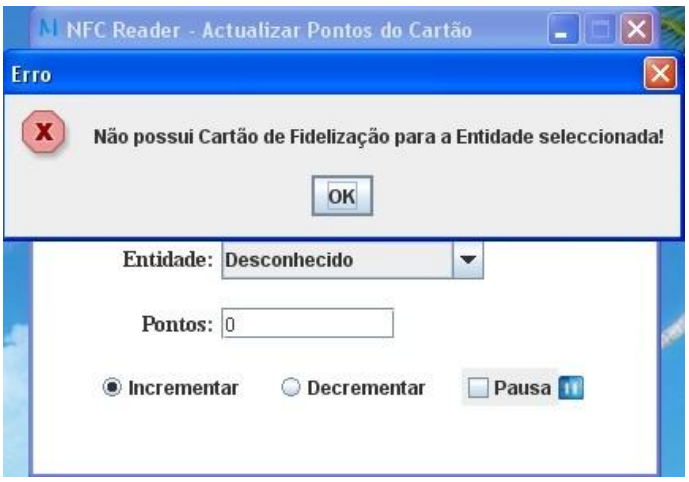


Figura B.22 - Validação do cartão inválida.

5. Esta aplicação possui uma opção de "Pausa" que, quando activa, deixa de verificar de 5 em 5 segundos a existência do cartão no telemóvel NFC.

B.1.5 Actualizar pontos Cartão - Comerciante

Descrição: O leitor NFC validou o cartão virtual do cliente e actualiza os pontos do cartão. Esta funcionalidade vem complementar o caso de uso anterior "Validar Cartão - Comerciante". Caso o cartão virtual envolvido possua pontos, o leitor NFC procederá à sua actualização. Como neste protótipo todos os cartões incorporam pontos, quando um utilizador efectua uma compra os pontos são sempre actualizados.

Este caso de uso utiliza a mesma aplicação Java que o caso de uso antecedente, e permite simular a situação descrita acima. Assim, o utilizador pode seleccionar a entidade a que pertence o cartão virtual, o número de pontos a actualizar, e a operação a efectuar sobre o número de pontos do cartão (incrementar ou decrementar).

Instalação: Este caso de uso possui os mesmos requisitos de instalação que o caso de uso B.1.4 Validar Cartão - Comerciante.

Passos:

1. Efectuam-se exactamente os mesmos passos que estão descritos no caso de uso anterior. De seguida selecciona-se uma entidade, por exemplo a entidade Galp (inicialmente esta possui 200 pontos) e introduz-se o número de pontos a incrementar: 2001 – ver Figura B.23. Após efectuar uma validação com sucesso – ver Figura B.24, a aplicação mostra uma janela a indicativa dos pontos actuais tal como se vê na Figura B.25.

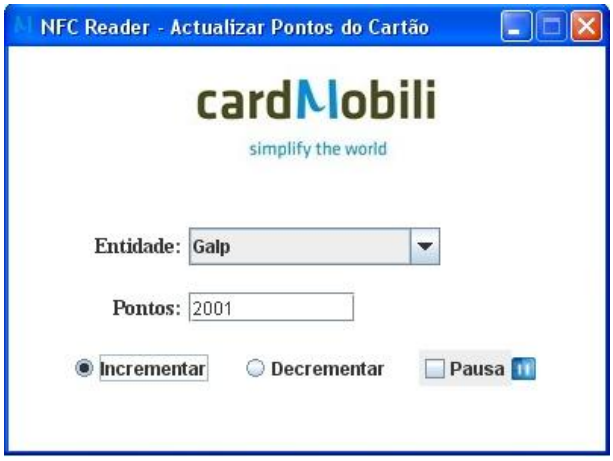


Figura B.23 - Actualiza pontos de um cartão - parte 1.

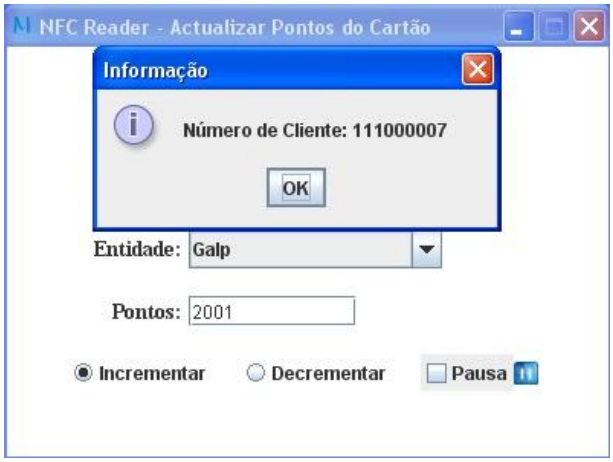


Figura B.24 - Actualiza pontos de um cartão - parte 2.

Figura B.25 - Actualiza pontos de um cartão - parte 3.

B.1.6 Visualizar Cartão - Comerciante

Descrição: Como a aplicação móvel desenvolvida não possui um certificado, não é possível aceder a partir desta aos cartões virtuais armazenados no Elemento Seguro. Assim, de forma a verificar se os pontos são realmente bem actualizados através do caso de uso anterior, foi criada esta aplicação Java que permite visualizar toda a informação para o cartão pertencente à entidade seleccionada nessa aplicação.

Instalação: Este caso de uso possui os mesmos requisitos de instalação que o caso de uso B.1.4 Validar Cartão - Comerciante.

Passos:

1. O primeiro passo é colocar o telemóvel NFC a tocar no leitor NFC externo, tal como é descrito no 1º passo do caso de uso B.1.4 Validar Cartão – Comerciante;
2. Inicializa-se a aplicação Java "NFC_Reader_VisualizarCartao.jar" que permite visualizar toda a informação de um cartão no interior do SE do telemóvel em contacto com o leitor NFC externo – ver Figura B.16;

Figura B.26 - Aplicação que permite a visualização de um cartão armazenado no SE de um telemóvel NFC.

3. Caso se seleccione o cartão Galp é possível verificar que ele após sofrer a actualização (incrementou-se 2001 pontos) verificada no caso de uso anterior passou a deter 2201 pontos – ver. Figura B.27;

Figura B.27 - Visualiza os dados do cartão Galp armazenado no SE.

4. Caso não possua nenhum telemóvel em contacto com o leitor externo, é visualizado em todos os campos de dados de um cartão a mensagem "XXX", tal como se pode ver na Figura B.28.

Figura B.28 - Aplicação que visualiza um cartão quando não possui nenhum telemóvel ligado.

B.1.7 Instalar inicialização automática associada a uma Entidade - *Tag*

Descrição: O utilizador possui dezenas de cartões de fidelização no seu telemóvel e quer aceder automaticamente aos cartões mais utilizados num curto espaço de tempo mesmo quando a aplicação está desligada. Ou então na situação de um cliente entrar no estabelecimento de um determinado comerciante e pretende consultar o número de pontos do seu cartão de fidelização sem o ter de seleccionar manualmente, necessitando apenas de aproximar o seu telemóvel de uma etiqueta NFC que possui a entidade do comerciante a si associada.

Este caso de uso permite ao utilizador instalar para uma etiqueta NFC a inicialização automática da aplicação associada à entidade do cartão seleccionado.

Instalação: Este caso de uso necessita da aplicação "NFC_GerirCartoes.jar" instalada no telemóvel NFC real e de uma etiqueta NFC, tendo sido testado com as etiquetas MIFARE (Standard 4K e Ultralight).

Passos:

1. Os passos iniciais são iguais aos do caso de uso B.1.1 Seleccionar Cartão para o telemóvel NFC real até que se chega ao menu inicial que permite seleccionar um cartão;
2. Após seleccionar um cartão cuja entidade ficará associada à etiqueta, escolhe-se a opção "Gravar para *Tag*" – ver Figura B.29;

Figura B.29 - Opção que permite gravar a aplicação para uma *tag*.

3. De seguida é mostrado um alerta que informa que o utilizador tem 60 segundos para tocar o seu telemóvel numa etiqueta, se ultrapasse este tempo a aplicação cancela automaticamente esta operação – ver Figura B.30;

Figura B.30 - Mensagem visualizada ao utilizador até este tocar o telemóvel numa *tag*.

4. Após o utilizador aproximar o seu telemóvel NFC de uma etiqueta válida, este emite uma mensagem a indicar que a etiqueta foi instalada com sucesso – ver Figura B.31.

Figura B.31 - A *tag* foi instalada com sucesso.

B.1.8 Visualizar Cartão - *Tag*

Descrição: Este caso de uso vem complementar a ideia do caso de uso anterior. Assim, após possuir uma etiqueta já instalada com a aplicação e associada a uma entidade, quando se aproxima um telemóvel dessa etiqueta, ainda com a aplicação em execução, esta irá visualizar automaticamente o cartão da entidade à qual a etiqueta está associada.

Instalação: Este caso de uso necessita da aplicação móvel "NFC_GerirCartoes.jar" instalada no telemóvel NFC real e de uma etiqueta NFC instalada através da aplicação como é explicado no caso de uso anterior.

Passos:

1. Após abrir a aplicação no telemóvel, o cartão seleccionado é o do Continente, por ser o primeiro cartão armazenado, tal como mostra a Figura B.32;

Figura B.32 - Lê cartão de uma *tag* - parte 1.

2. Como a etiqueta foi gravada com a entidade Modelo, quando se aproxima o telemóvel, a aplicação mostra automaticamente o cartão Modelo – ver Figura B.33.

Figura B.33 - Lê cartão de uma *tag* - parte 2.

B.1.9 Inicializar automaticamente Aplicação – *Tag*

Descrição: Este caso de uso vem complementar a ideia do caso de uso anterior. Assim, após se possuir uma etiqueta já instalada com a aplicação e associada a uma entidade, quando se aproxima um telemóvel sem ter a aplicação em execução, esta irá automaticamente inicializar a aplicação e visualizar o cartão da entidade à qual a etiqueta está associada.

Instalação: Este caso de uso necessita dos mesmos requisitos de instalação que o caso de uso anterior B.1.8 Visualizar Cartão - *Tag*.

Passos:

1. Caso a aplicação móvel esteja em execução, é necessário desligá-la e colocar o telemóvel NFC no ecrã inicial – ver Figura B.34;

Figura B.34 - Ecrã inicial do telemóvel Nokia 6212 Classic.

2. Aproximar o telemóvel NFC da etiqueta instalada. Esta irá fazer a aplicação móvel "NFC_GerirCartoes.jar" inicializar automaticamente e visualizar o cartão da entidade associada à etiqueta. Neste caso é o cartão Modelo como se mostra na Figura B.35.

Figura B.35 - Lê e inicializa automaticamente a aplicação a partir de uma *tag*.